Construcción y mantenimiento de puertos y desembarcaderos para buques pesqueros

Texto: J.A. Sciortino
Ilustraciones: J.A. Sciortino, A. Barcali y M. Carlesi

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Roma, 1996

Las denominaciones empleadas en esta publicacion y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Catalogacion antes de la publicación de la
Biblioteca David Lubin

Sciortino, J.A.
Construccion y mantenimiento de puertos
y desembarcaderos para buques pesqueros
(Coleccion FAO. Producción y proteccion vegetal N° 25
ISBN 92-5-303609-5

NOTA EDITORIAL

Este es el manual más reciente de la Colección FAO: Capacitación, del Servicio de Tecnología de Pesca de la FAO. Su realización ha sido el resultado del incremento de las necesidades, en muchos países en desarrollo, de mejorar sus instalaciones haciéndolas más seguras e higiénicas, con objeto de albergar buques pesqueros y particularmente pequeñas embarcaciones utilizadas por hombres y mujeres que practican la pesca en pequeña escala y artesanal.

Durante la preparacion de este manual, la FAO emprendió la elaboración de un Código Internacional de Conducta para la Pesca Responsable que incluye ciertas directrices y normativas relativas a puertos y desembarcaderos para buques pesqueros. Se hace referencia de forma específica a la necesidad de que las autoridades competentes adopten normas y apliquen directrices en lo que atañe al diseño, construcción y mantenimiento de puertos y desembarcaderos para buques pesqueros a fin de asegurar:

- puertos de refugio seguros para los buques pesqueros;
- la disponibilidad de aprovisionamiento de agua dulce;
- la disponibilidad de servicios de higiene adecuados;
- la introducción de sistemas de evacuación de residuos (inclusive del petróleo y del agua que contiene grasas);
- la ausencia de contaminación de fuentes externas (actividades no pesqueras);
- la ausencia de contaminación procedente de las actividades pesqueras;
- la disponibilidad de instalaciones adecuadas de servicio para buques, vendedores y compradores;
- la inclusión en los programas de mantenimiento del seguimiento de los efectos que las operaciones realizadas en la instalación tienen sobre el medio ambiente;
- el cumplimiento de las convenciones pertinentes sobre contaminación del entorno acuático; y cuando proceda
- la integración con otros usuarios como en el caso de instalaciones no exclusivas para la industria pesquera.

Este manual se utilizará como material de referencia para el Anexo a las Directrices para Operaciones de Pesca Responsable.

PREFACIO

Muchos de los actuales puertos de pesca comenzaron originalmente como refugios para embarcaciones de pesca artesanal. Una utilización correcta de las características naturales ya existentes (como puedan ser zonas protegidas, playas abiertas o desembocaduras de ríos) en la construcción actual de refugios para embarcaciones artesanales facilitará la tarea de aquellas personas a cargo de planificar la conversión futura de refugios en verdaderos puertos de pesca cuando surja la necesidad.

Este libro está escrito con el objetivo de ayudar a las pequeñas comunidades pesqueras a comprender la forma de optimizar sus recursos para la construcción de un refugio que resulte útil y mantenible, sin olvidar la posibilidad futura de que dicho refugio sea seleccionado para su mejora.

Se requiere un conocimiento básico de matemáticas para la aplicación de algunas secciones de este libro, por lo que el lector podría tener que obtener ayuda del maestro local o extensionista. En este sentido en el Capítulo 9 se establecen las convenciones que se utilizan en los dibujos, así como las dimensiones y pesos que se indican.

El equipo que se requiere para llevar a cabo el trabajo descrito en este libro se puede clasificar en dos categorias:

- equipo costoso que se conseguiría prestado o se alquilaría de un almacén estatal central o de un contratista junto con un operador;
- equipo relativamente barato que podría ser adquirido por la comunidad y que utilizarían las personas designadas.

Esta obra también puede ser de utilidad en escuelas en las que se enseña la pesca y para la formación de los capitanes de puerto de la aldea.

A la FAO le agradaría conocer la opinión de los lectores sobre este manual, el idioma utilizado, el estilo y las ilustraciones. Los comentarios, críticas y opiniones de los lectores nos ayudarían a mejorar las publicaciones futuras. Por esta razón le agradeceríamos escribiera al Servicio de Tecnología de Pesca, Dirección de Industrias Pesqueras, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

INDICE

1. ¿QUE CONSTITUYE UN EMPLAZAMIENTO IDEAL?

El emplazamiento ideal debe ofrecer basicamente las siguientes características:

- protección total o parcial de las tormentas marinas predominantes;
- profundidad del agua entre 1.5 y 3.0 metros, con fácil acceso desde la orilla;
- buen acceso desde tierra para el tráfico peatonal o rodado.

Preferentemente, el emplazamiento también debe contar con las siguientes características:

- poca variabilidad por las mareas;
- buenas facilidades de varado de embarcaciones en la vecindad (playa arenosa);
- ausencia de algas.

Sin embargo, a menudo el emplazamiento ideal, como bien pudiera ser una bahía arenosa protegida, no siempre coincide con los deseos de los pescadores locales ya que el refugio propuesto podría no estar situado a una distancia razonable de la aldea. En ese caso, debe sacarse el mayor partido posible de las características existentes en el entorno local. Sin embargo, son las primeras tres condiciones las que, cuando se realiza la inspección de un emplazamiento, determinan el coste final del refugio. En caso de que el emplazamiento seleccionado no cuente con protección alguna, la inversión que se necesitará para la protección del refugio contra las direcciones predominantes de las tormentas, mediante la construcción de un rompeolas más grande y más fuerte, será mayor; en cambio, un muelle desembarcadero podría ser más adecuado si el emplazamiento estuviera bien protegido. La excesiva profundidad del agua supondría un aumento del coste ya que las estructuras deberán ser de mayor tamaño y por lo tanto más caras, mientras que si la zona no tuviera la suficiente profundidad sería necesario realizar labores de dragado a fin de mantener abierto el acceso al refugio. La zona debe ser también accesible desde tierra. En algunos casos podría bastar con un acceso para peatones, aunque normalmente es necesario contar con algún tipo de carretera que permita el acceso de camiones ligeros tanto en la estación de las lluvias como en la seca.

No existen dos localizaciones que sean idénticas. A continuación se dan algunos ejemplos que se deben utilizar sólo como guía en la selección de un emplazamiento adecuado para la construcción de un muelle o malecón de desembarque.

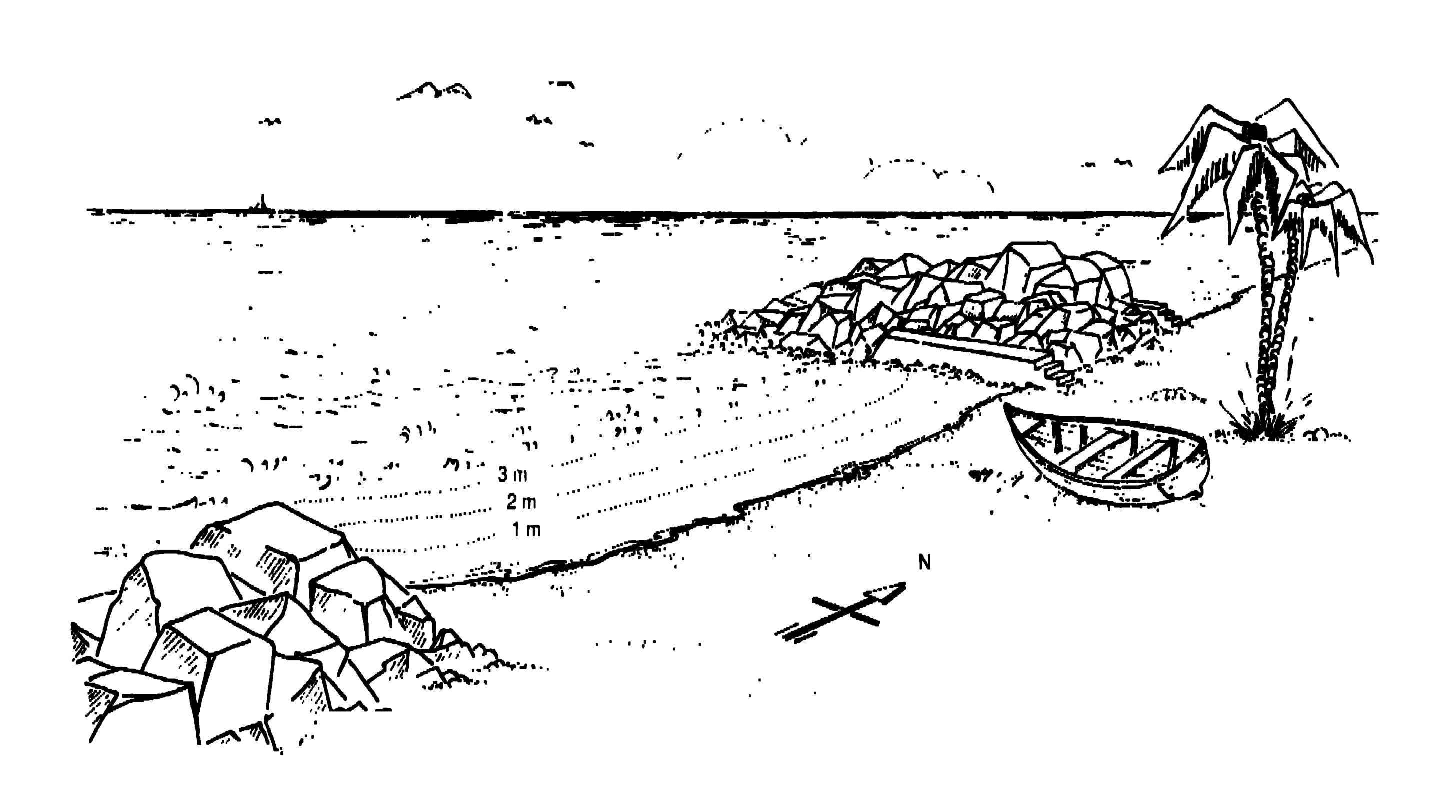
PLAYA ABIERTA

Una larga playa abierta (de 1 km o mayor) al mar es típica de muchas comunidades de pesca (Figura 1). Este entorno proporciona la selección más sencilla de localización, ya que el único desembarcadero adecuado es un desembarcadero de playa o, si las olas incidentes no fueran excesivamente grandes – como en los lugares donde existen bancos de arena cerca de la orilla— un simple muelle sobre pilones colocado en cualquier lugar a lo largo de la playa cerca de la aldea.

Lo más importante que hay que observar es la zona en la que rompen las olas entrantes. El muelle deberá terminar más allá de esta zona, a fin de evitar que las olas rompan contra el muelle y causen daños a las embarcaciones atracadas al muelle. Si las olas son grandes, por ejemplo de más de 2 m, el muelle tendrá que ser muy fuerte para resistir su acción. No se debería construir nada sólido sobre una playa arenosa (como un rompeolas) ya que esto causaría interferencias con el libre movimiento de la arena y podría incluso llevar a la desaparición de la playa en pocos años.

Figura 1
Muelle de desembarco en playa abierta

Figura 2
Utilización óptima de las características costeras naturales.



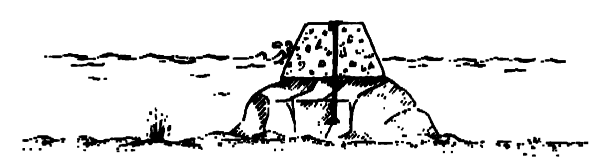
gura 3
tilización de arrecifes
ıturales.



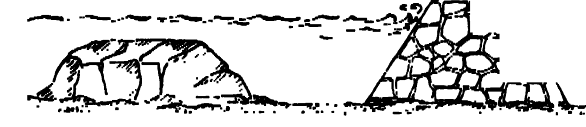
gura 3a



gura 3b

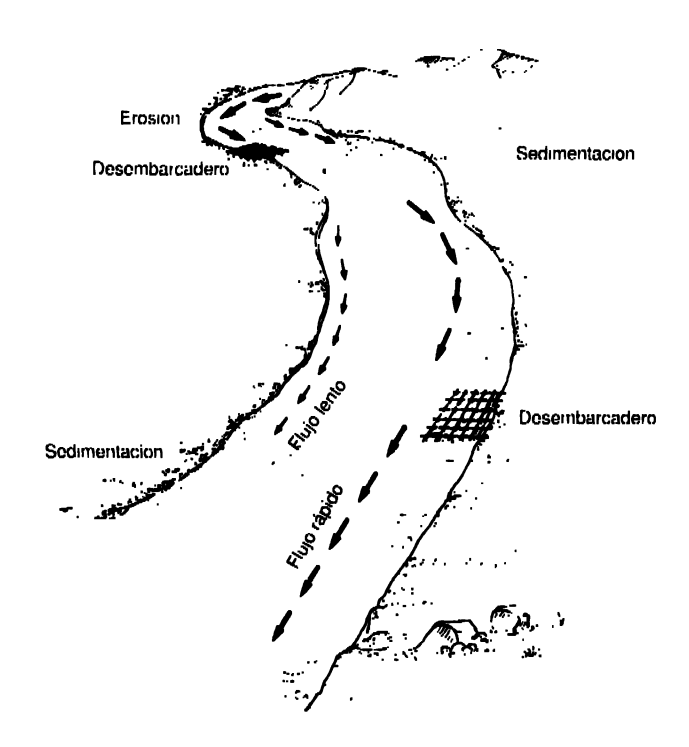


gura 3c



ıura 3d

Figura 4
Emplazamientos óptimos para un desembarcadero en un rio con meandros.



BAHIAS ARENOSAS

La Figura 2 muestra una pequeña bahía arenosa flanqueada por dos salientes de tierra. Estos salientes rocosos proporcionan una buena cimentación sobre la que construir un pequeño malecón y un refugio contra una de las direcciones predominantes de las olas. Dos malecones, uno en cada lado del saliente, proporcionaría un refugio adecuado a todas las situaciones predominantes de oleaje. Debe evitarse cualquier estructura sólida que sobresalga de la playa arenosa.

ARRECIFES

Los arrecifes situados mar adentro constituyen una característica muy común a lo largo de algunos litorales y en islas de coral. Como norma general no se deberá construir un rompeolas de piedra sobre un arrecife, sino detrás del mismo: la acción de las grandes olas entrantes podría arrastrar el rompeolas fuera del arrecife (Figuras 3a y 3b). Además de destruir el rompeolas, las olas esparcen las piedras por una amplia zona, convirtiéndose así en un peligro para la navegación.

Los rompeolas de piedra deben construirse entre los arrecifes y el litoral tal como se muestra en la Figura 3d, donde el propio arrecife actúa de protección para el rompeolas. Si la zona entre el arrecife y el litoral no permitiera un margen de seguridad, por ejemplo, de entre 30 y 50 m, será necesario considerar la construcción de un muro de hormigón anclado al arrecife (Figura 3c). Sin embargo, si el arrecife fuera de coral vivo, deberán adoptarse todas las medidas posibles para conservarlo en su estado natural, ya que el coral vivo es una de las fuentes principales del material (arena) que compone el litoral situado justo detrás del mismo, por lo que será necesario localizar un emplazamiento alternativo en cualquier otro punto del litoral. Un arrecife de coral muerto tendrá muy poca utilidad protectora, ya que la acción de las olas lo romperá hasta formar arena y expondrá todo el litoral a la embestida de las olas. El coral vivo, por otra parte, se autorreconstruye constantemente.

RIBERAS DE RIOS

La Figura 4 muestra la correcta localización de un desembarcadero en un río con meandros (formando curvas). Los ríos generalmente transportan toneladas de sedimentos y arena en suspensión (los residuos se ven especialmente durante crecidas) que quedan depositados en los lugares donde desciende la velocidad del flujo de agua. Cuando un río fluye alrededor de una curva, el agua en el interior de la curva fluye mucho más despacio que el agua en el exterior de la misma: este fenómeno hace que el sedimento caiga de su suspensión y quede depositado en los laterales interiores de la curva del río. En el lateral opuesto, sin embargo, la alta velocidad del flujo asegura que la rivera se encuentre siempre sujeta a erosión y quede libre de depósitos sedimentarios. Aunque la fuerza de la corriente en la rivera externa dificulta la navegación, los menores costes de mantenimiento mediante dragado podrían significar la diferencia entre un desembarcadero útil, abierto durante todo el año, y uno que sea necesario dragar permanentemente a un alto coste.

DESEMBOCADURAS DE RIOS

Las desembocaduras de ríos generalmente ofrecen buenos niveles de protección contra las condiciones climatologicas adversas. Sin embargo, las desembocaduras de los ríos también tienden a cambiar de posición, especialmente en las zonas situadas a un bajo nivel expuestas a los monzones. En estos casos se deberá tener extremo cuidado al tomar decisiones sobre el tipo de estructura y su posición en relación con el litoral ya existente. Se deberá conservar la vegetación de todo tipo presente a lo largo del litoral propuesto (especialmente manglares), ya que éste es el único medio natural de controlar el relieve del litoral.

2. EL ESTUDIO DE UN EMPLAZAMIENTO

El estudio de un emplazamiento es una práctica orientada a «congelar» el entorno en forma de mapa, de forma parecida a lo que hace una camara con una fotografía. A diferencia de una fotografía, sin embargo, el estudio proporciona muchos más datos de los que se podrían observar a simple vista.

¿POR QUE ES NECESARIO REALIZAR UN ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO?

Hasta ahora se han construido muchos refugios artesanales en localizaciones accesibles sin prestar mucha atención a factores ambientales como la altura de las olas, arrecifes no incluidos en cartas de navegación, corrientes de marea, algas, desplazamiento de la arena, etc.

Sin embargo, muchos de los entonces pequeños problemas resultantes de dichos factores se han convertido ahora en problemas importantes, dando lugar a, por ejemplo, la congestión de algunos refugios con algas (la entrada del refugio orientada en la dirección incorrecta) o su entarquinamiento con sedimento (refugio emplazado directamente en la playa) o su inaccesibilidad en condiciones climatológicas adversas (arrecifes demasiado cerca del canal de entrada).

Por lo tanto, es necesario realizar un buen estudio del emplazamiento a fin de asegurar que el refugio o desembarcadero sea funcional y no presente problemas de mantenimiento en condiciones operativas normales.

¿EN QUE CONSISTE EL ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO?

Un buen estudio del emplazamiento debería resultar en la preparación de los elementos siguientes:

- *Mapa topográfico.* Un mapa que muestre todos los datos terrestres pertinentes a la vecindad del refugio propuesto tal como la aldea, caminos, viales, pozos, fuentes de suministro eléctrico, playa, afloramientos rocosos y vegetación.
- *Mapa acotado.* Un mapa que muestre la profundidad de los fondos marinos dentro del refugio propuesto y en las cercanias del mismo, bien en forma de cuadriculado o de contornos.
- *Estudio de las mareas.* Una tabla que muestre los niveles máximo y mínimo de las mareas en la localización propuesta.
- *Estudio de las corrientes de marea.* Un mapa que muestre la presencia, localización, dirección y potencia de las corrientes de marea.
- *Estudio de altura de las olas.* Una tabla que muestre la dirección, frecuencia e intensidad o altura de las olas para la zona propuesta.

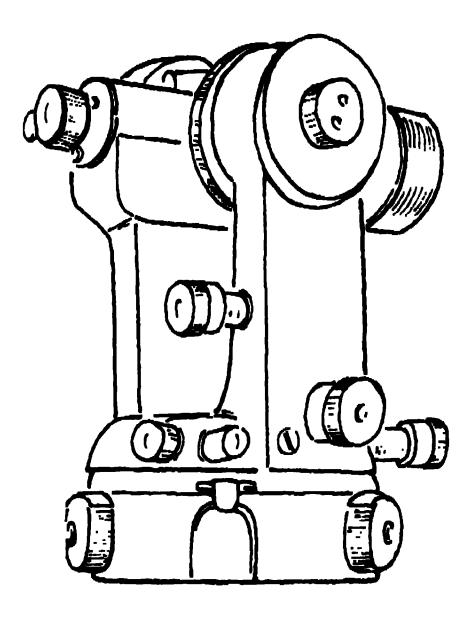
¿QUE TIPO DE INSTRUMENTOS SE NECESITAN PARA LA REALIZACION DE UN ESTUDIO?

Se requieren varios tipos de instrumentos para realizar un buen estudio. Estos instrumentos se han dividido en dos grupos, grupo A y grupo B.

Los precios de los instrumentos de los grupos A y B varían considerablemente dependiendo del pais de origen, marca comercial, etc.

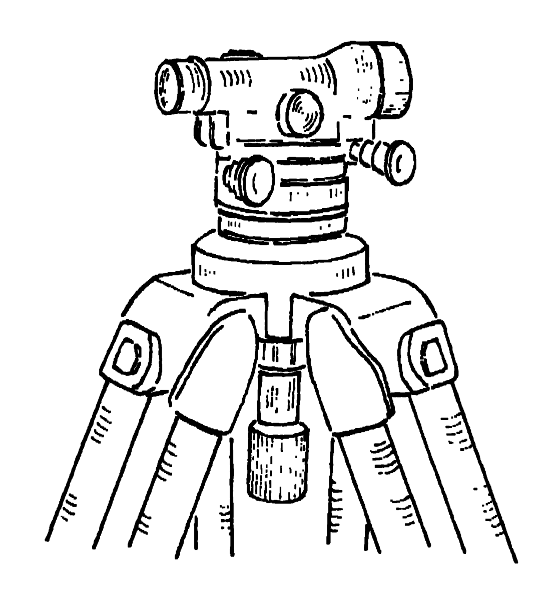
Los instrumentos que se incluyen en el grupo A son caros y deberían ser alquilados o prestados por la delegación local del ministerio de obras públicas o un contratista, que preferiblemente facilite también los servicios de un operador o topógrafo.

Figura 5
Teodolito



• El *teodolito* es el instrumento básico para establecer líneas y ángulos a grandes distancias. El teodolito original era un instrumento puramente óptico: hoy en día, sin embargo, la mayor parte de los teodolitos vienen acompañados de un elemento adicional electrónico para medir distancias. A los fines de este manual bastará con un instrumento puramente óptico.

Figura 6
Nivel



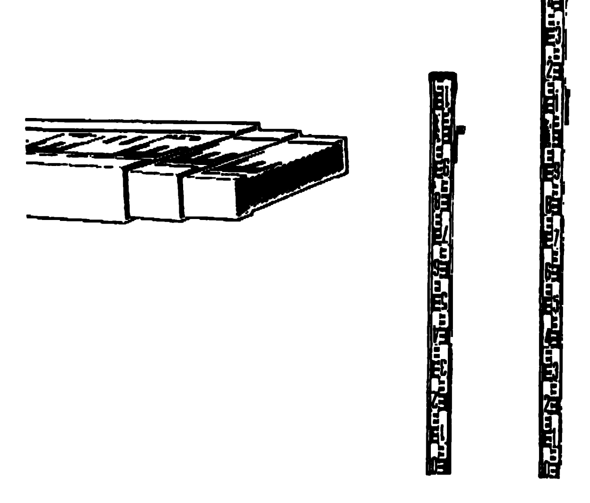
• El *nivel* es el segundo instrumento del topógrafo en orden de importancia. Se utiliza para medir la diferencia de nivel de dos puntos distintos separados por una gran distancia.

Figura 7
Tripode.

• El *trípode* se utiliza exclusivamente para asentar el teodolito o el nivel. Normalmente se utiliza el mismo trípode para los dos elementos.

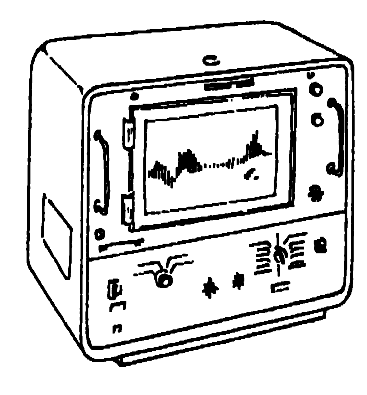
Al tomar en préstamo un teodolito o nivel de una oficina, asegúrese de que el perno de asiento del trípode sirva para los dos instrumentos, ya que en el caso de algunas marcas no son intercambiables, es decir, podría servir para el teodolito pero no para el nivel. En este caso hará falta un trípode distinto para cada instrumento.

Figura 8
Regla de nivelacion.



• La *regla de nivelación* se utilizará exclusivamente con el nivel. Si el nivel es nuevo, la regla de nivelación que lo acompañará estará numerada de abajo hacia arriba; si el nivel es viejo (20 años o más) la regla de nivelación podría estar numerada desde arriba hacia abajo. Además, las reglas de nivelación nuevas están fabricadas en metal, mientras que las viejas son de madera. Compruebe las graduaciones en la regla de nivelación; deberían estar expresadas en metros.

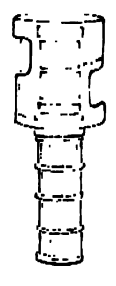
Figura 9
Sondador acústico.

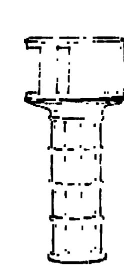


- El *sondador acústico* de que aquí se trata no es el tipo de sondador acústico que se utiliza en buques pesqueros para la localización de peces. El sondador acústico es un instrumento de precisión que se utiliza exclusivamente para medir de forma precisa la profundidad del agua.
La oficina hidrográfica, el ministerio de obras públicas o las capitanías de puerto normalmente cuentan con este tipo de sondador acústico, que utilizan para controlar el aterramiento de los canales de entrada a los principales puertos. Un instrumento portátil de este tipo debería contar con un par de cables especiales de batería, un cabezal transductor individual, uno o dos rollos de papel térmico y una plumilla de repuesto. Se requiere una batería de coche de 12 voltios completamente cargada para su funcionamiento.

Los elementos pertenecientes al grupo B (Figuras 10-16) son relativamente baratos y algunos se pueden incluso montar en obra utilizando materiales económicos.

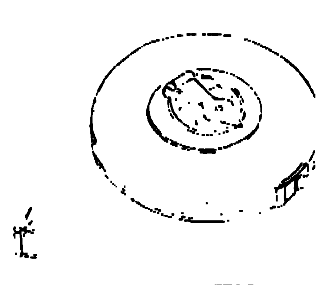
Figura 10
Escuadra de reflexión.





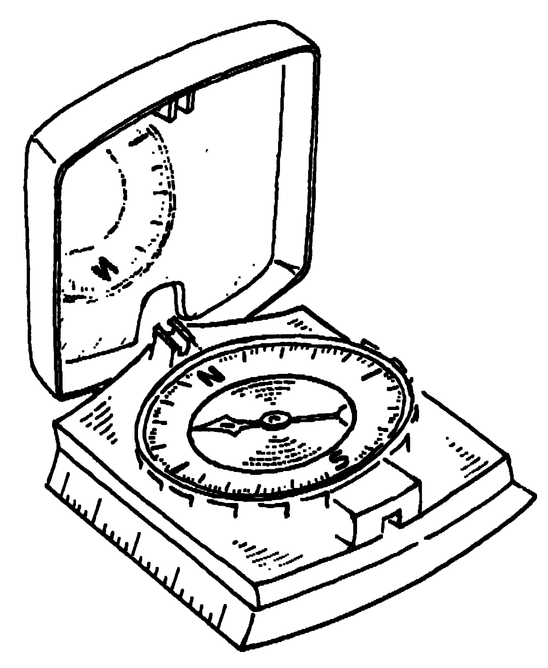
- La *escuadra de reflexión* se utiliza para proporcionar desvíos en ángulos rectos a una línea recta dibujada sobre la tierra.

Figura 11
Cinta métrica.



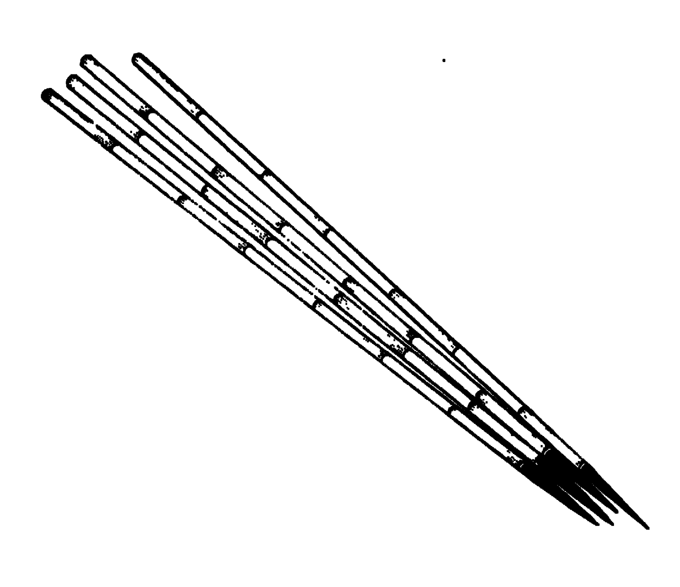
- Las *cintas métricas* de fibra o de plástico normalmente vienen en medidas de 20, 30, 50 ó 100 m y sus precios varían considerablemente. Una cinta de acero, aunque más precisa, requiere más mantenimiento y es mucho más cara. Sin embargo una cinta de plástico bastará para el trabajo normal de trazado.

Figura 12
Brújula.



- También se debería adquirir una pequeña *brújula* portátil del tipo sumergido en aceite. La brújula es necesaria para establecer marcaciones o rumbos desde una estructura permanente (una colina, punta en una isla, etc.) mientras se observan fenómenos naturales como viento, olas y corrientes.

Figura 13
Miras topográficas



- Las *miras topográficas* son pértigas de colores que se utilizan para marcar líneas sobre el suelo. Se deberán adquirir o fabricar utilizando piezas de tubería recta, con una longitud aproximada de 1.5 m, con bandas rojas y blancas (de 150 mm de anchura) pintadas como se muestra en la Figura 13.

Figura 14
Cuerda flotadora

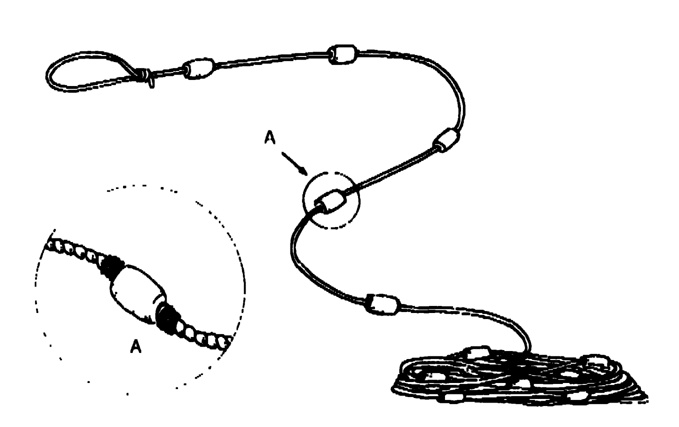
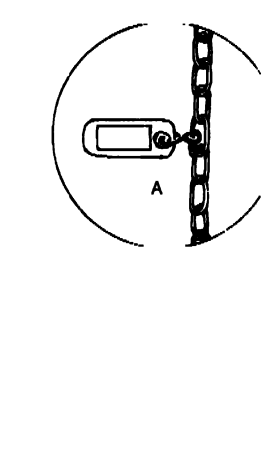


Figura 15
Cadena de sondeo
(o sondaleza).

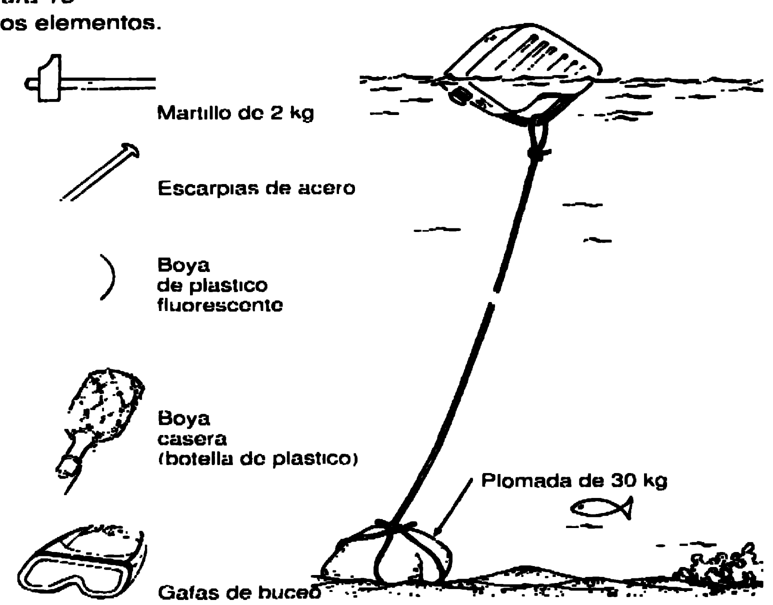




- Una *cuerda flotadora* consiste en una cuerda de polipropileno de 6 mm de diámetro con pequeños flotadores de corcho rojo situados a intervalos de 5 m y con flotadores de diferentes colores a intervalos de 10, 20 ó 50 m. Se utiliza para medir distancias en el mar desde un punto fijo en la orilla. Lo ideal sería que la cuerda flotadora tuviera una longitud aproximada de 200 m y quedase almacenada en un carrete giratorio o en una cesta de pesca redonda.

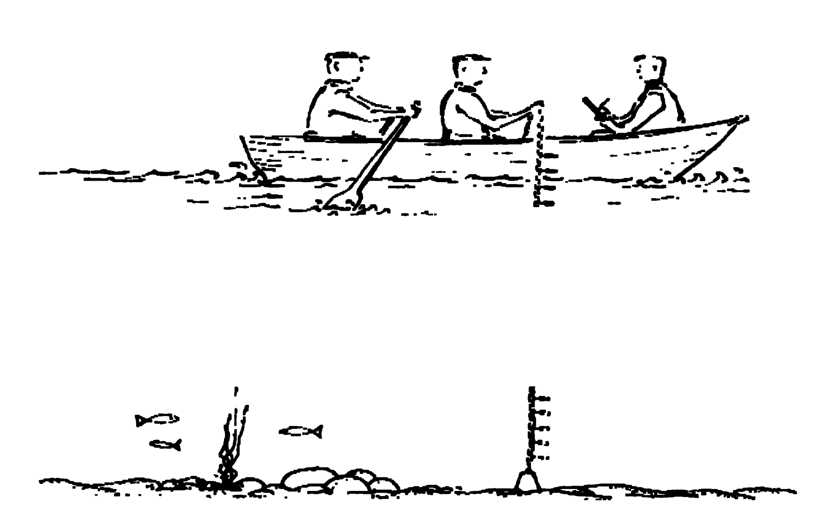
- Una *cadena de sondeo (o sondaleza)* es una cadena ligera normal con un lastre de 1 kg en uno de sus extremos. La cadena debe estar graduada a intervalos de 100 mm. La cadena de sondeo se utiliza para medir la profundidad del agua.
Es muy fácil de montar utilizando una cadena metálica normal, etiquetas de plástico y alambre. El lastre deberá ser preferentemente de plomo.

Figura 16
Otros elementos.



- Las escarpias se necesitan para fijar marcas importantes sobre el terreno. Se podría necesitar pintura roja o blanca para pintar marcas en los lugares en los que no se puedan utilizar escarpias como, por ejemplo, en un muro de piedra o en un árbol. Los flotadores y las plomadas se utilizan para marcar puntos en el mar.

Figura 17
Embarcación para la realización del estudio.



- La *barca* se requiere para tomar mediciones de profundidad en el mar abierto. La barca debería ser preferiblemente de madera y relativamente pesada a fin de poder contrarrestar vientos transversales ligeros. Las barcas de fibra de vidrio suelen ser desviadas de su ruta con demasiada facilidad. Cuando se utilice una cadena manual se necesitarán un par de remos. La embarcación deberá tener una tripulación de tres: el patrón, la persona que realiza el sondeo y el ayudante que anota los sondeos.

COMO EMPEZAR

En este manual se supone que en el caso de haber tomado en préstamo o alquilado un teodolito, un nivel o un sondador acústico de una oficina, dicha oficina ha facilitado igualmente los servicios de un operador.

Mapa topográfico

El mapa topográfico será realizado por un topógrafo adiestrado. Levantar un mapa topográfico es una operación compleja que escapa al propósito de este manual.

Mapa de contornos o cuadrículas

Un mapa de contornos es un plano de la profundidad del fondo del mar. Cada contorno de igual profundidad queda indicado por una línea en la que se marca claramente la profundidad en metros.

El estudio realizado para obtener el mapa de contornos se llama el *estudio hidrográfico*.

En un estudio hidrográfico, la medición de la profundidad es la parte más sencilla. El problema principal consiste en saber a qué distancia de la costa se encuentra la embarcación

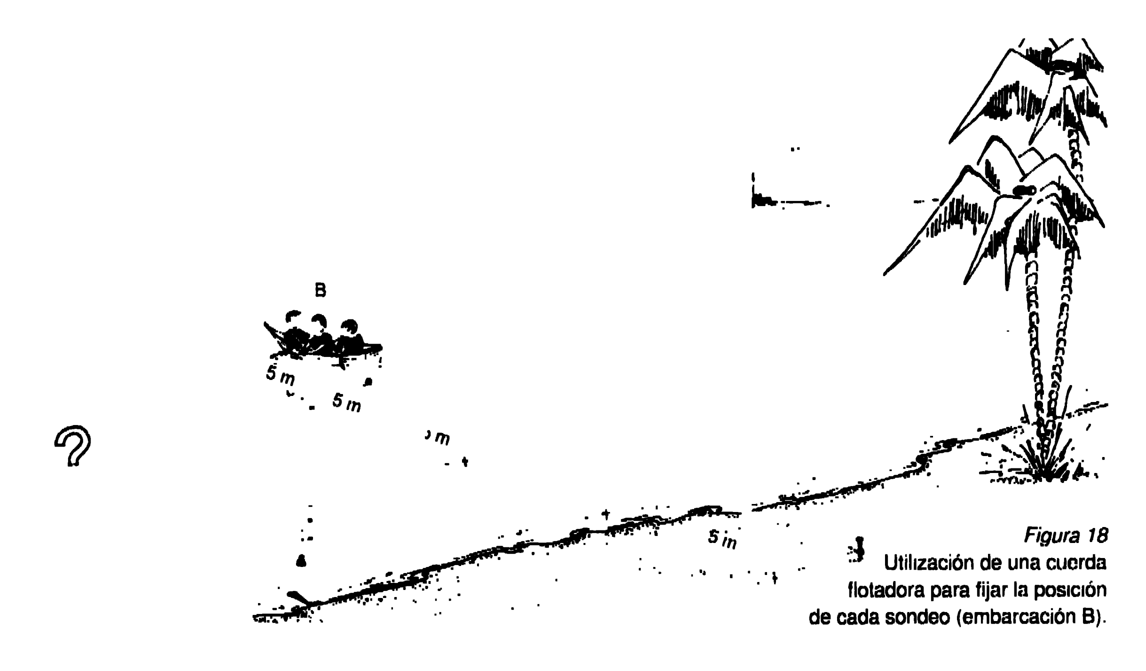


Figura 18
Utilización de una cuerda flotadora para fijar la posición de cada sondeo (embarcación B).

cuando se registra la profundidad de sondeo. Por ejemplo, la barca A en la Figura 18 no tiene punto de referencia respecto del litoral. La barca B, por otra parte, está utilizando una cuerda flotadora calibrada (Figura 14) para obtener un punto de situación o posición en relación al litoral, en este caso a una distancia de 20 m en línea recta entre la escarpia y la boya.

La cuerda flotadora se deberá tender o dejar flotar entre dos puntos: la escarpia clavada en la orilla y la boya flotando mar adentro, como se muestra en la Figura 18. La escarpia clavada en tierra tiene una colocación bastante sencilla y debería encajar en el mapa topográfico de la orilla en torno al refugio propuesto.

Dos métodos sencillos para establecer la posición de la boya a la que se debe amarrar la cuerda flotadora son el método radial y el método de las líneas paralelas.

- El *método radial* (Figura 19) está considerado el más sencillo y es ideal para la realización de trabajos a cortas distancias, por ejemplo, cuando se trabaja cerca de una roca solitaria situada dentro del mar o de una punta de tierra.

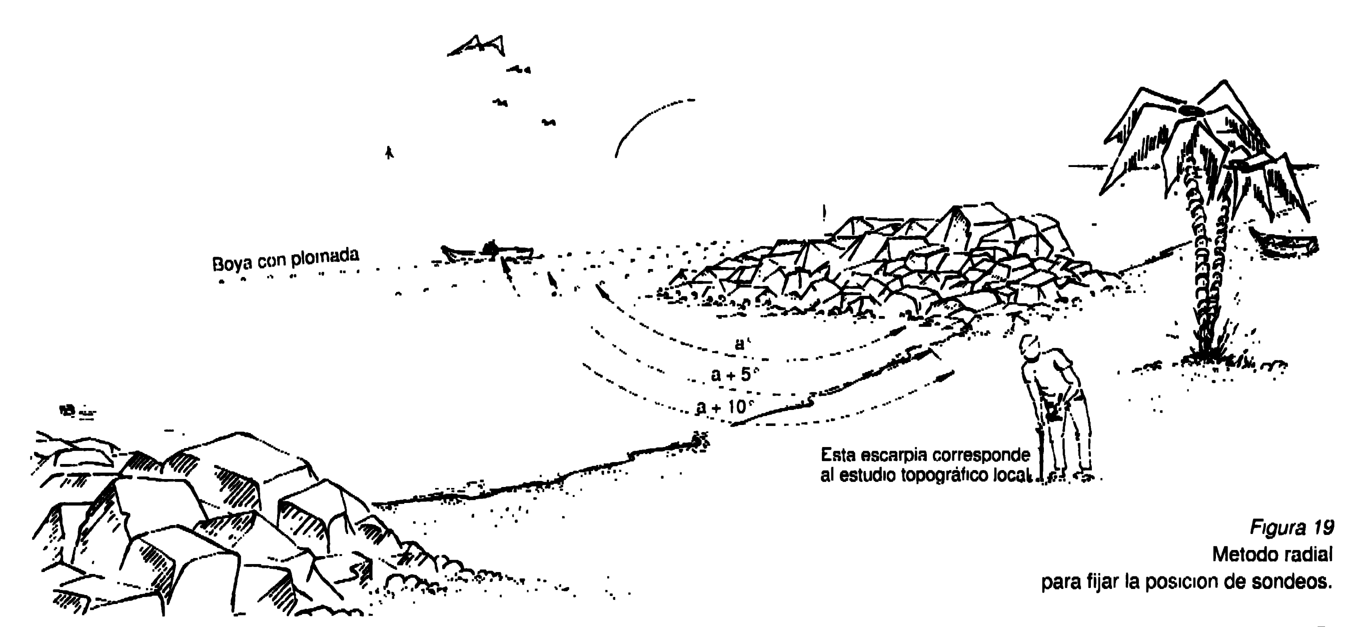


Figura 19
Metodo radial
para fijar la posicion de sondeos.

Los instrumentos que se requieren son un teodolito y unas 20 boyas.

Este método implica la localización del teodolito en un punto sobresaliente que podría ser fácilmente incluido dentro del estudio topográfico. A intervalos angulares iguales como, por ejemplo, cada 5 ó 10 grados, se deberá colocar una boya a unos 200 m del teodolito, formando así una especie de abanico horizontal. Un extremo de la cuerda flotadora se deberá anclar a la escarpia bajo el teodolito y el extremo opuesto secuencialmente a cada una de las boyas que forman el abanico. Al conocer la posición de la escarpia en tierra y su ángulo con respecto a una marca o un punto de referencia fijo (este punto de referencia podría ser cualquier elemento sólido como un poste eléctrico, un árbol de grandes dimensiones, la esquina de un edificio, etc.) de cada boya, se podrán trazar los sondeos de profundidad en un papel en el lugar correcto en forma de abanico.

- El *método de líneas paralelas* (Figura 20), aunque mucho más preciso, requiere la realización de un trabajo básico considerablemente mayor.

Los instrumentos que se necesitan son una escuadra de reflexión, 2 miras topográficas, unas 10 escarpias y boyas y una cinta métrica de unos 100 m de longitud.

Este método consiste en establecer una línea recta base a lo largo de la playa, de unos 100 m o más, con una mira topográfica en cada uno de sus extremos. Cada 5 ó 10 m de uno de los extremos (5 m para terreno irregular y 10 m para playa plana) se deberá hincar una escarpia de acero en la tierra y, con la ayuda de una escuadra de reflexión, se deberá colocar también una boya en el mar a ángulos rectos en relación con cada una de las escarpias. Una vez más, un extremo de la cuerda flotadora se deberá anclar a una escarpia y el extremo opuesto a su boya correspondiente en el mar. Al igual que antes, se podrán registrar en papel los sondeos de profundidad existentes en los lugares correspondientes.

Siempre es conveniente, desde el punto de vista práctico, ampliar el estudio unos metros, entre 50 y 100, a cada lado del refugio o desembarcadero propuesto.

Se puede registrar la profundidad real del agua con simplemente echar la cadena de sondeo que se muestra en la Figura 15 cada 5 ó 10 m, con la persona que echa la cadena dando las profundidades a otra persona, en la misma embarcación, que anota los sondeos en papel siguiendo el orden correcto. Este tipo de sondeos proporciona una cuadrícula con profundidades puntuales solamente, como se muestra en la Figura 21.

Si se dispusiera de un sondador acústico hidrográfico con un operador experimentado, el propio instrumento registraría los sondeos reales en un rollo de papel especial. En este caso sólo es necesario que el operador acompañe al patrón de la embarcación desde donde se realizan los sondeos en su recorrido de las cuerdas flotadoras graduadas. Se obtendrá un perfil continuo del fondo en una banda de papel. Esta banda de papel se podrá leer con una exactitud de hasta 5 mm.

Algunas sugerencias importantes:

- La cadena de sondeo debe alcanzar el fondo en una línea vertical; cuando se utilice una cadena de sondeo, el buque debe encontrarse parado mientras se esté realizando el sondeo. Si la zona estuviera sujeta a fuertes corrientes, se deberá aumentar el peso de la plomada mediante la sujeción de pesos adicionales a la cadena.
- Si se estuviera utilizando un sondador acústico hidrográfico, los recorridos hacia tierra serán preferibles a los recorridos mar adentro (Figura 20). Al comenzar un recorrido hacia tierra, por ejemplo a unos 50 m de distancia de la boya, el patrón de la embarcación se encontrará en una

Figura 20
Método de líneas paralelas para
fijar la posición de sondeos.

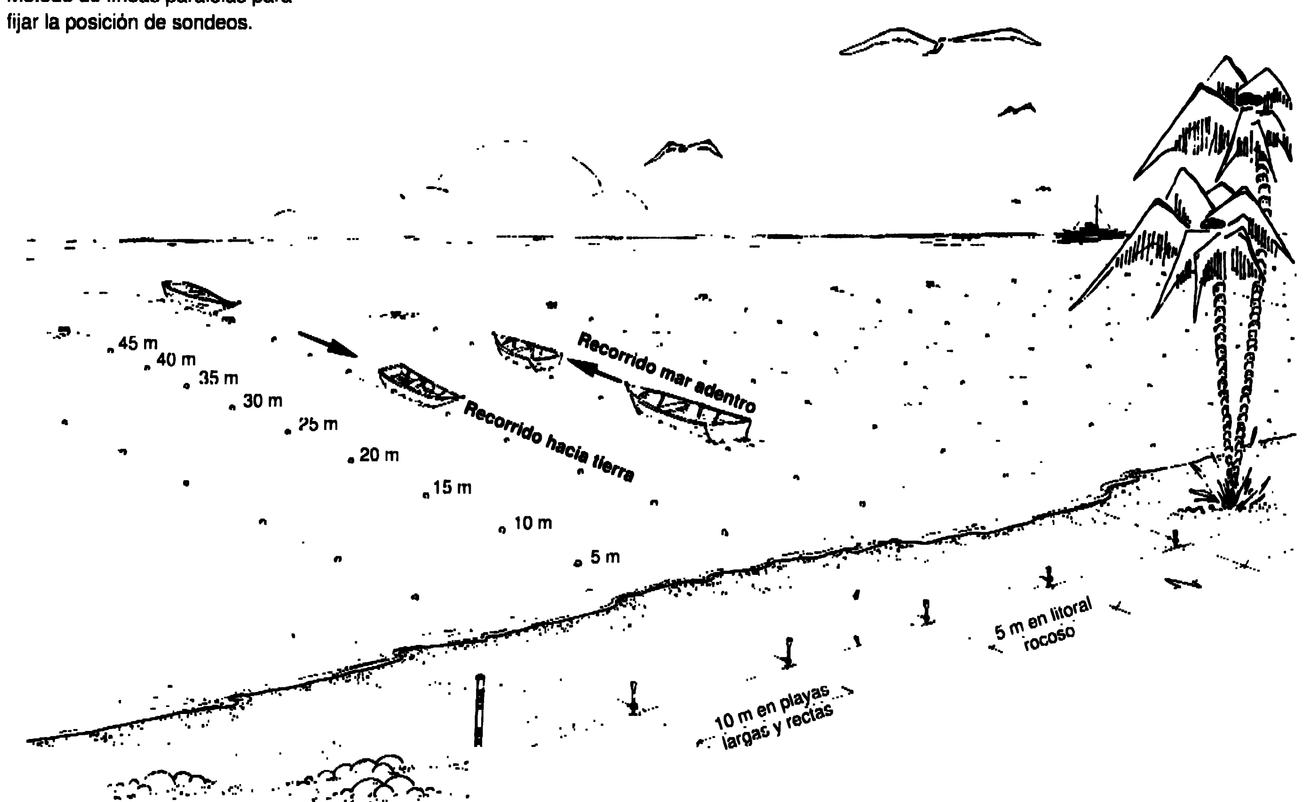
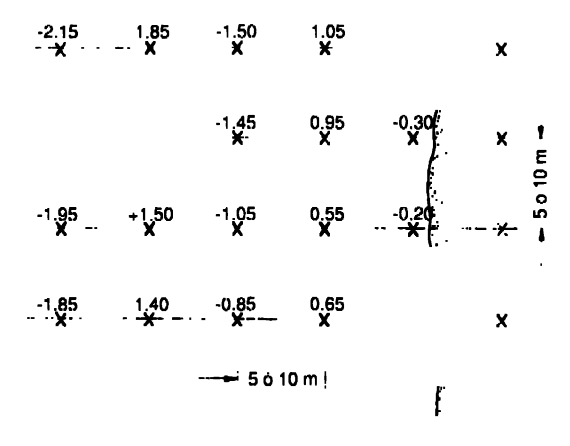


Figura 21
Sondeos posicionados utilizando el método de líneas paralelas (el signo «+» indica un crestón rocoso que sobresale por encima del nivel medio del mar [NMM]; las profundidades se expresan en metros).



mejor posición para colocar su barco en paralelo con la cuerda flotadora.

- Se deberá evitar trabajar en días de tormenta o de fuerte viento, así como durante los períodos de flujo o reflujo en zonas de fuertes mareas. El mar deberá encontrarse en perfecta calma.
- En zonas rocosas, antes de retirar las cuerdas flotadoras, un nadador con gafas de buceo debería recorrer la línea sondeada buscando crespones de rocas sumergidas o restos de naufragios. Deberá marcar estos obstáculos colocando pequeñas boyas en su cercanía y medir la profundidad del agua sobre cada uno de dichos obstáculos. Se deberán situar estas boyas en el mapa topográfico tomando una serie de marcaciones desde la línea base con la ayuda del teodolito.

Normalmente bastará con un mapa de cuadrícula detallado, como se muestra en la Figura 21, para la realización de las tareas costeras normales. A nivel de aldea local no se debería intentar convertir el mapa de cuadrícula así obtenido en un mapa de contornos, ya que este trabajo corresponde a un topógrafo profesional o al ministerio de obras públicas. En caso de haberse utilizado un sondador acústico para la realización del estudio, el operador que haya realizado el estudio será la persona más indicada para interpretar la banda de papel y preparar el mapa de contornos.

Estudio de mareas

El lector podría necesitar la ayuda de un topógrafo con experiencia o de un extensionista formado para comprender la siguiente serie de estudios en su totalidad.

Es muy importante no confundir «marea» con «corrientes de marea». Una marea es un movimiento vertical periódico del nivel del mar, mientras que una corriente, aunque sea resultado de una marea, es un movimiento horizontal periódico.

Las mareas afectan a la profundidad del agua en un lugar determinado, mientras que las corrientes de marea afectan a los rumbos de navegación. A consecuencia del ciclo solar, en momentos de Luna nueva y Luna llena, tendrá lugar la mayor *pleamar* y la menor *bajamar* de un ciclo de mareas —*mareas vivas*— y 7½ días después, con el primer y último cuarto de la Luna, se registrará la menor pleamar y la mayor bajamar, *mareas muertas*. Hay, por lo tanto, dos ciclos de mareas diferenciados: fluctuaciones en altura desde la marea viva a la marea muerta dos veces cada una dentro de un mes lunar (29 días), y oscilaciones de altura de cada marea desde pleamar a bajamar dos veces cada una dentro de cada día lunar.

Esta es la descripción básica del fenómeno de las mareas. Hay, desde luego, más factores que han de tenerse en cuenta. También es necesario tener en cuenta el hecho de que las órbitas de la Tierra y de la Luna son elípticas y no circulares, ya que estas condiciones tienen un efecto estacional correlativo en la altura de las mareas (marea astronómica). De forma similar, la fuerza del viento y la presión barométrica ejercen una incierta influencia sobre las mareas: un viento que sople tierra adentro normalmente tiende a elevar la altura de una marea, mientras que un viento que sople mar adentro tiende a reducirla; un viento que sople en la misma dirección que la marea tiende a aumentar la duración de la pleamar en un lugar determinado y viceversa. La diferencia de altura entre mareas puede ir desde 100 mm hasta algunos metros. En la mayor parte de los países se pueden conseguir tablas de mareas en la oficina hidrográfica o en capitanía de puerto.

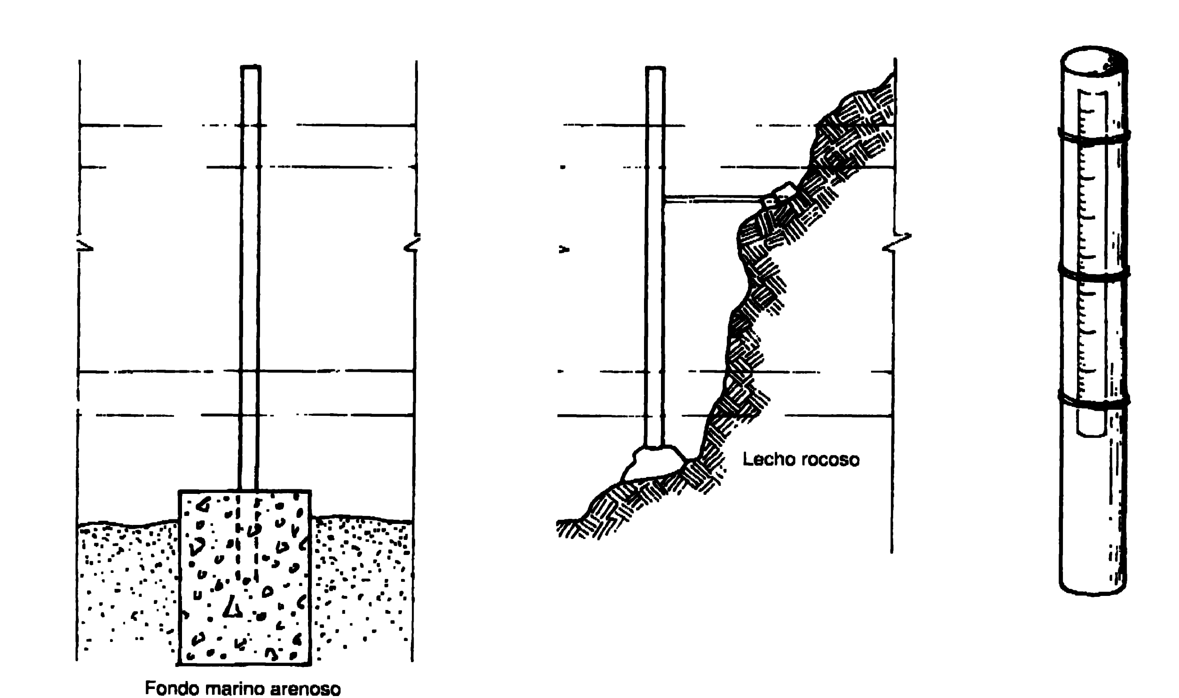
Las mareas constituyen un importante factor para una navegación segura y el navegante, tanto si es un pescador como el capitán de un transbordador, constantemente se pregunta a sí mismo: «¿Cuál será la profundidad del mar bajo mi embarcación?»

A fin de asegurar una navegación sin contratiempos para

Figura 22a
Mareas.

Alturas de la tierra en las cartas marinas
Pleamar en mareas vivas
Pleamar en mareas muertas
Nivel medio de la marea o NMM
Bajamar en mareas muertas
Bajamar en mareas vivas
Cero de la carta
Sondeos en las cartas marinas
Fondo del mar

Figura 22b
Mareas y método de
medir sus variaciones.



entrar y salir de puertos artificiales, todos los sondeos de profundidad se miden con referencia al cero de la carta o al nivel de bajamar en mareas vivas, mientras que todas las alturas en tierra se miden con referencia al nivel de pleamar en mareas vivas.

Para confeccionar una tabla de mareas para una zona específica o una aldea costera, todo lo que se necesita es un simple medidor de mareas colocado en un lugar relativamente en calma. Se puede fabricar fácilmente un medidor de mareas con una pieza de tubo de acero o de plástico con un tramo de cinta métrica sujeto a su lateral; una cinta métrica de modista sería lo ideal (Figura 22b).

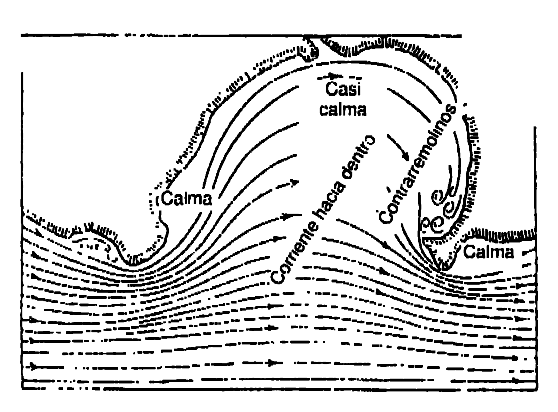
En lugares arenosos se deberá clavar la tubería o estaca en posición vertical dentro de un barril de aceite relleno de hormigón o de piedras, que se deberá entonces enterrar en un lugar adecuadamente calmado donde se pueda leer la cinta con facilidad. En un lugar rocoso se deberá fijar la estaca o la tubería con hormigón en algún orificio de la roca. Se deberá llamar a un topógrafo equipado con un nivel y una regla de nivelación par instalar la placa de mareas. Mediante la anotación de los niveles del mar unos pocos días antes y después de la Luna nueva se podrá deducir el nivel de bajamar en marea viva —el punto más bajo alcanzado por el nivel del agua y se podrá instalar la placa de mareas de acuerdo con dicho punto. Se podrá registrar todo el rango de mareas mediante la colocación de la marca de cero de la cinta a este nivel. Una vez se haya instalado la placa de mareas se deberá anotar el nivel de la superficie del mar, por ejemplo, a intervalos horarios, durante un período de dos meses y deberá registrarse en una tabla junto con los datos relativos a la hora, fecha y las condiciones climáticas.

Estudio de las corrientes de marea

El fenómeno de las mareas anteriormente descrito provoca las corrientes de la marea: movimientos periódicos horizontales

Figura 23

La existencia y deriva de una corriente en torno a una bahía.



del agua. En mar abierto, este movimiento horizontal no existe o no es apreciable, aunque también se puede esperar un movimiento horizontal en aguas costeras y cercanas a la orilla en las que se experimenten movimientos verticales apreciables.

La causa principal de las corrientes de marea es un cambio en los niveles del agua. La velocidad media de las corrientes de marea depende de la altitud media del oleaje de marea entrante: en mares profundos en los que esta altitud no es muy grande la velocidad de la corriente es muy pequeña o incluso inapreciable; en lugares donde la altitud es mayor, la velocidad también será igualmente mayor. La dirección y velocidad de las corrientes de la marea resultan alteradas cuando encuentran a su paso algún obstáculo para su libre movimiento. Por esta razón, cuando las corrientes de marea se encuen-

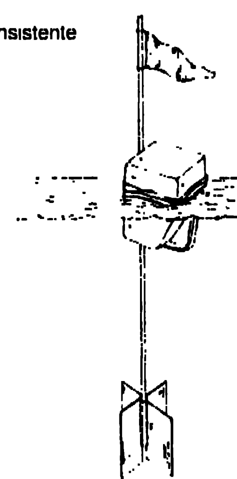
tran con algún promontorio se desvían alrededor del mismo y su velocidad normalmente aumenta de forma localizada tan pronto sobrepasan el promontorio (Figura 23): alrededor del promontorio su dirección se desvía hacia dentro de la bahía contigua, causando una corriente hacia dentro de dirección y velocidad indefinidas. Dentro de la propia bahía, el reparto del efecto de la corriente, combinado con el hecho de que la fuerza real va de punta de tierra a punta de tierra, dejando entre medio agua relativamente inmóvil, causa una disminución de la velocidad. En la ausencia de mareas se pueden registrar débiles corrientes marinas durante fuertes tormentas. Es necesario observar estrechamente estas corrientes debido a que, aunque no son muy fuertes en comparación con las corrientes de marea, transportan algas arrancadas de zonas situadas mar adentro.

Cuando no hay algas marinas o derrelictos flotantes, las corrientes suelen dificultar la navegación, pero no la imposibilitan. Sin embargo, cuando existe la presencia de algas o derrelictos (inclusive trozos de madera y otra vegetación arrastradas por la corriente de los ríos), la navegación se puede ver dificultada por la obstrucción de las hélices de los barcos con la vegetación. La presencia de derrelicto, o desechos flotantes, podría llegar a representar un problema si se acumulara dentro del puerto a causa de la acción de las corrientes de marea o corrientes marinas predominantes.

Se puede medir la fuerza de una corriente utilizando un sencillo flotador consistente en una lata con un contrapeso colgando alrededor de un metro por debajo del nivel del agua, como aparece en la Figura 24, cronometrando el tiempo que tarda en recorrer una distancia conocida a lo largo del litoral o en cruzar una bahía. Cuando se mida la fuerza de las corrientes en el mar se deberán observar los puntos que se relacionan a continuación:

- La dirección general y duración de la tormenta o de las olas entrantes, si las corrientes hubieran sido generadas por una tormenta.
- Si aparecieran algas, después de cuántas horas de tormenta aparecen por vez primera.
- Si aparecieran derrelictos o maderas a la deriva, el punto donde llegan a tierra. En muchos casos, un punto o una bahía en concreto acumula muchos más desechos que los adyacentes, en cuyo caso sería necesario descartar dicho emplazamiento como posible localización de un puerto.

Figura 24
Flotador sencillo consistente en una lata.



Estudio de la altura de las olas

Se pueden utilizar tres métodos distintos para investigar la naturaleza precisa de los tipos de olas que inciden en un tramo determinado del litoral:

- Medición en el mismo lugar utilizando equipo electrónico especial: la boya de medición de olas que se puede alquilar para un período de tiempo determinado de empresas privadas o laboratorios estatales, junto con un operador.
- Predicción mediante métodos estadísticos utilizando un ordenador: modelos estadísticos que se pueden desarrollar con la ayuda de un ordenador si se cuenta con los datos relativos al viento para la zona.
- Observación en el mismo lugar con la ayuda de un instrumento óptico básico: el teodolito.

Los primeros dos métodos proporcionan resultados muy exactos pero son muy caros: se reservan normalmente para grandes proyectos en los que es indispensable obtener datos muy precisos sobre las olas. El tercer método no es muy preciso pero es relativamente barato y queda dentro del alcance de este manual. Este método difiere del primer método sólo en un aspecto: el observador.

En el primer método, el observador es un instrumento electrónico capaz de registrar datos continuamente durante 24 horas mar adentro donde las olas no están influenciadas todavía por la presencia del litoral. En el tercer método, sin embargo, el observador es un topógrafo normal con un teodolito situado en un punto alto y seguro y observando las olas muy cerca del litoral. El resultado de esto es que las mediciones registradas de altura de las olas estarán distorsionadas y serán de utilidad sólo para la realización de proyectos a pequeña escala.

Determinación de un punto de observación de olas

El equipo necesario consiste en dos grandes boyas de plástico fluorescente, de unos 500 mm de diámetro, una gran plomada de piedra o de hormigón, un trozo de cuerda de nilón de 10 mm, un teodolito, una brújula y un reloj digital o con una manecilla indicadora de los segundos. En un punto aventajado, que debería simplemente ser lo suficientemente alto por encima del nivel del mar para estar a salvo y seco durante una tormenta, se debería construir un pilar de piedra con un perno de anclaje hormigonado en la parte superior, de forma que cada vez que se monte el teodolito, quede éste exactamente en la misma posición (Figura 25).

A continuación se deberán fijar las dos boyas de plástico fluorescente a una distancia conocida (por ejemplo, 100 m) mar adentro, como se muestra en la figura. La boya blanca mantiene la cuerda de amarre tensa, mientras que la boya roja flota libremente sobre las olas entrantes.

Para calibrar la estación se deberá apuntar el teodolito a la

Figura 25
Pilar de observación en piedra y hormigón

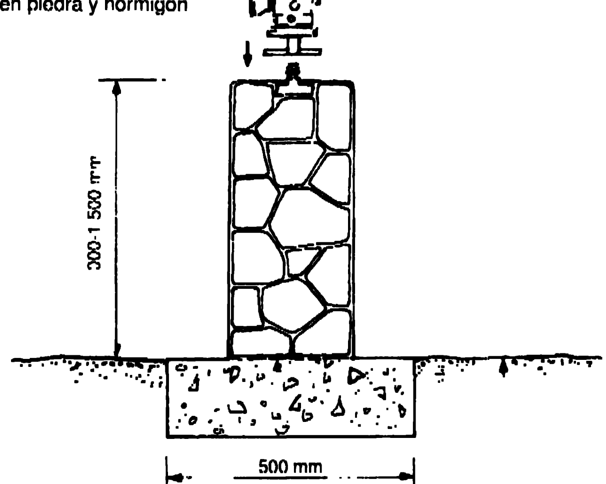
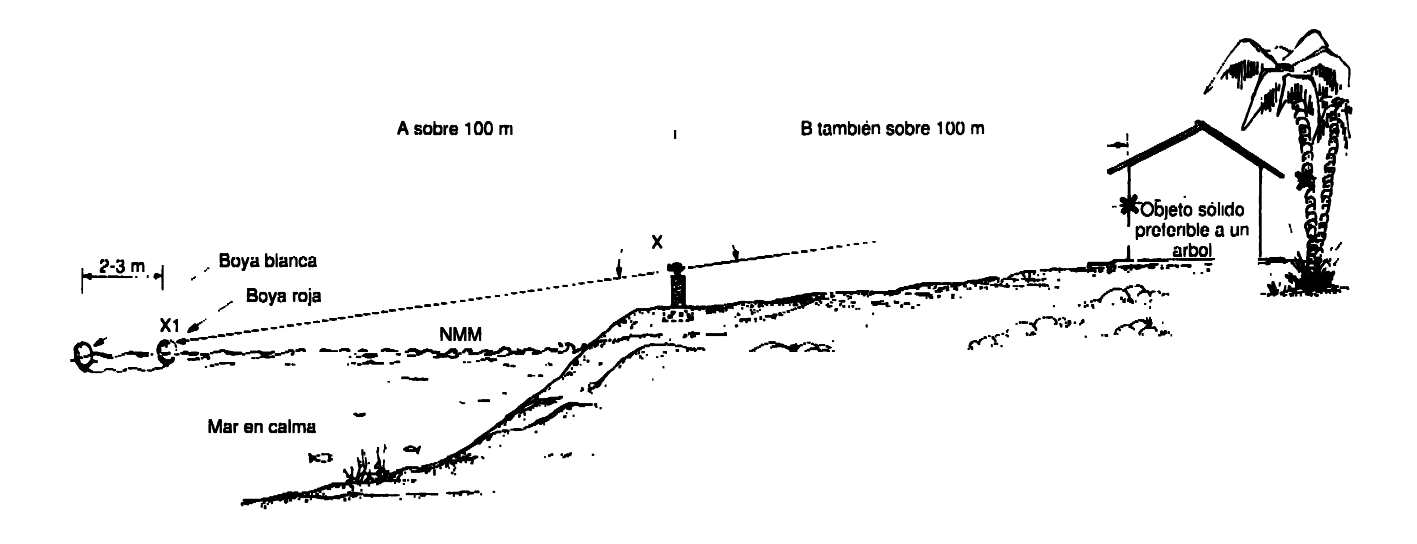


Figura 26
Configuración de una estación
de observación de olas.



boya en un día sin oleaje. Posteriormente se deberá pintar una marca testigo en una superficie sólida (un muro, por ejemplo, es preferible a un árbol), de forma que el observador pueda posteriormente volver a apuntar la mira a la boya en su posición de descanso (incluso si la boya estuviera botando hacia arriba y hacia abajo con las olas durante una tormenta). De esta forma el teodolito no está ocupado permanentemente con las observaciones de la altura de las olas, por lo que se podrá utilizar también para la realización de otros trabajos entre tormentas (Figura 26).

La Figura 27 muestra la vista a través del visor en el teodolito, con la base de la boya justo encima de la línea reticular central en situación de calma total del mar.

Durante una tormenta, la boya flotará hacia arriba y hacia abajo con el paso de las olas. Con el seguimiento de la base de la boya con las mismas líneas reticulares centrales se hace que el teodolito atraviese un pequeño ángulo, Z, como se muestra en la Figura 28. Valiéndose de los principios básicos de la topografía, se puede utilizar la distancia y el ángulo Z para calcular la altura de una ola. Como norma general, la altura de una ola durante una tormenta es el doble de la altura de una ola en períodos de calma. Una vez más es necesario aclarar que este cálculo es muy aproximado y es apropiado sólo para proyectos en pequeña escala. Durante las observaciones de la altura de las olas se deberá registrar también la siguiente información adicional:

- la dirección de las olas entrantes y del viento utilizando la brújula manual;
- la diferencia de tiempo entre cada pico sucesivo de las olas, también conocido como el período de las olas, utilizando el segundero de un reloj;
- la posición exacta de la boya con respecto al litoral;
- el período del año en que se ha registrado cada tormenta.

Figura 27a
Vista a través del visor de un teodolito.

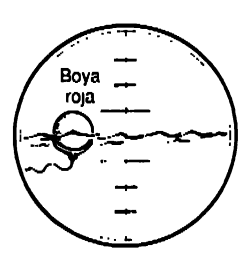


Figura 27b
Vista a través del visor durante el paso de olas entrantes.

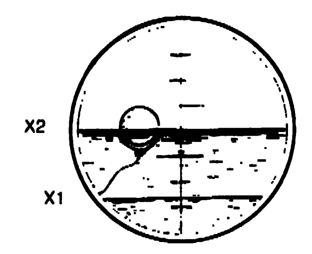
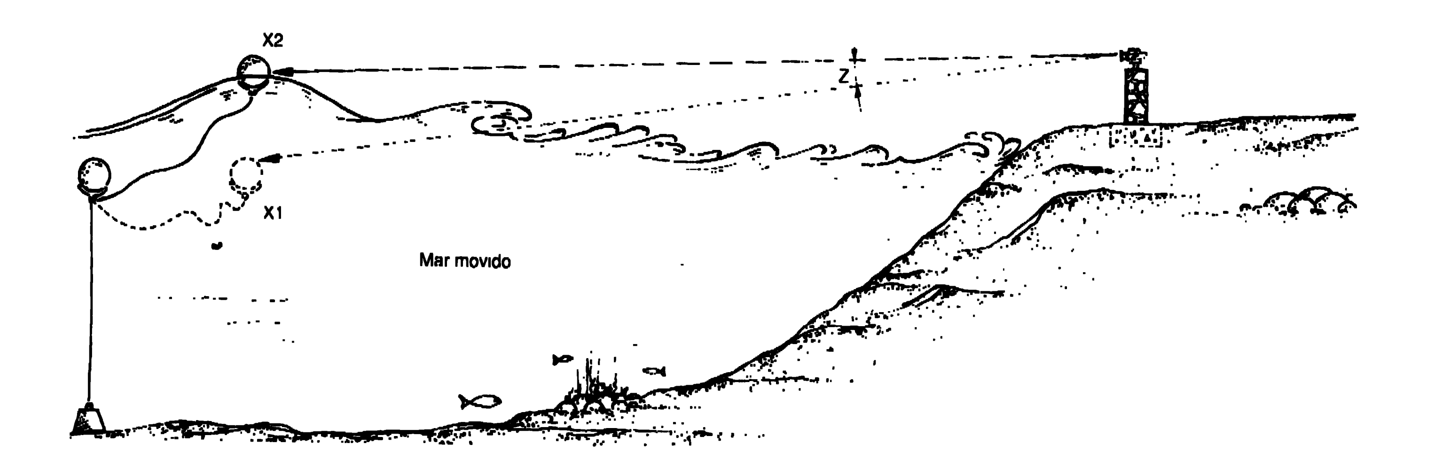


Figura 28
Observacion del paso de olas entrantes durante una tormenta.



Como ya se ha indicado, existen varias limitaciones que hacen que este método sea adecuado sólo para pequeños proyectos en los que la inversión financiera que habrá que realizar es muy limitada. Estas limitaciones se pueden resumir así:

- El observador humano sólo puede ver las olas durante las horas de luz natural, limitando el tiempo de observación en por lo menos 12 horas.
- En condiciones climáticas muy adversas, la incidencia de fuertes vientos y de lluvia reduce normalmente la visibilidad a sólo unos pocos metros, dificultando la observación continua de la boya.
- La presencia de mar de fondo o de olas largas es muy difícil de detectar, especialmente durante una tormenta local, debido al largo tiempo (período) transcurrido entre picos de 15 segundos o superior.

Una vez haya finalizado el estudio del emplazamiento, deberán reflejarse todos los datos recogidos en un plano con la ayuda de un topógrafo.

El Capítulo 9 describe algunas de las escalas ideales para los planos de situación y algunas de las convenciones de dibujo más comunes utilizadas. Idealmente, la distribución del emplazamiento debería incluir el estudio hidrográfico (en forma de cuadrícula o de perfiles) y la zona en la que se situará el refugio pesquero.

También se deberán marcar en el plano de situación todas las formas de acceso, junto con los puntos característicos dominantes y los medios de suministro cercanos como pozos de agua dulce, tuberías de suministro de agua y electricidad, si hubiera.

Los datos correspondientes a las mareas, corrientes de marea y olas se deberán incluir en forma de tabla. Sin embargo, antes de pasar a la fase de construcción sería conveniente mostrar los planos a un ingeniero del ministerio de obras públicas para que éste formule sus comentarios y sugerencias.

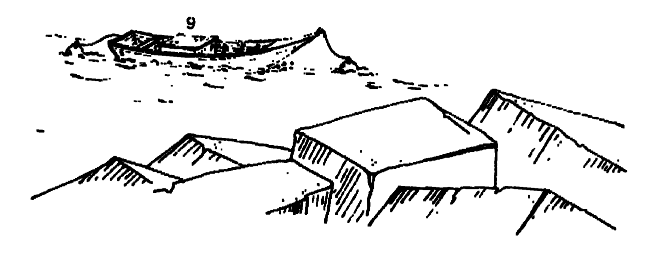
3. ¿QUE CONSTITUYE UN BUEN REFUGIO DE PESCA?

Un buen refugio costero de pesca consiste normalmente en un rompeolas diseñado para proteger a los buques de pesca amarrados de las inclemencias climáticas, un muelle en que amarrar los buques para descargar las capturas, un varadero donde rascar, pintar y mantener los buques de pesca, instalaciones varias de tierra y eventualmente zonas de tierra reclamadas al mar para proporcionar espacio para desarrollar las actividades asociadas con el colectivo pesquero. El rompeolas no se necesita en algunos casos como dentro de la desembocadura de un río o en un desembarcadero en una playa abierta.

Los elementos que se enumeran a continuación son instalaciones típicas de un puerto pesquero (los números entre paréntesis se refieren a la Figura 29):

- rompeolas de escollera, si fuera necesario (1);
- zona de manipulación del pescado para su descarga (2);
- zona de servicio para mantenimiento de embarcaciones (3);
- muelle de atraque con una profundidad mínima de 2 m (4);
- varadero con un sencillo cabrestante (5);
- punto artesanal de reabastecimiento de combustible (6);
- separación y eliminación de aceite de desecho y residuos (7);
- neumáticos usados reciclados como elementos protectores (8);
- zona de amarre para embarcaciones a la espera de piezas de repuesto (9);
- servicios y cuartos de baño (10);
- eliminación de aguas residuales procedentes del desembarcadero y de la aldea (11);
- lonja para separar, embalar, comercializar y congelar el pescado, incluyendo un almacén de hielo o una pequeña fábrica de hielo (12);
- depósitos elevados para el suministro de agua dulce (13);
- almacén para las redes de los pescadores, piezas de repuesto para motores, puestos de venta y recreativos (14);
- zona nivelada reservada para la reparación de las redes (15);
- zona de aparcamiento reservada para los pescaderos si el desembarcadero se encontrara cerca de un gran mercado (16);
- ayudas a la navegación (17).

Figura 29
Distribución completa de un puerto pesquero.

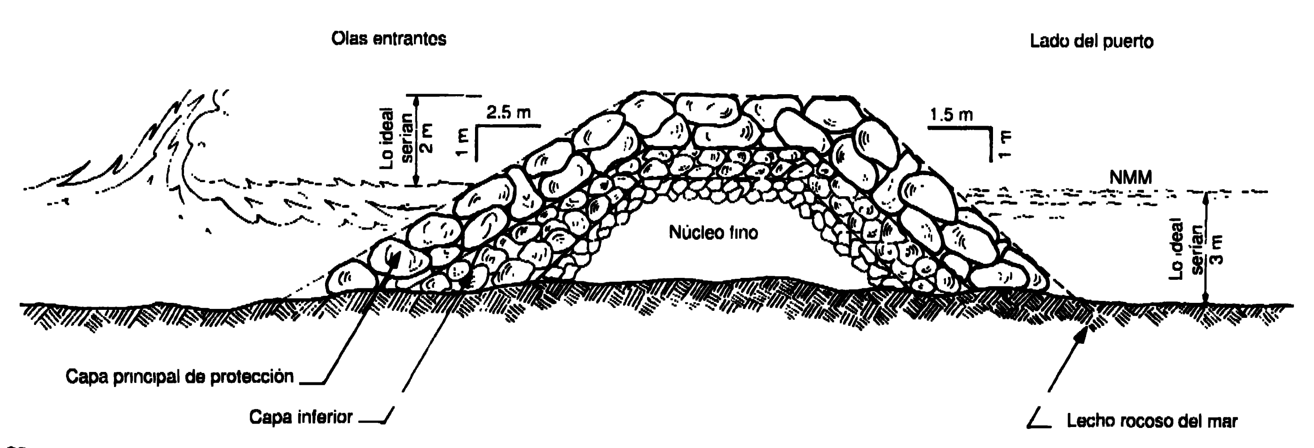


ROMPEOLAS

El objetivo de la construcción de un rompeolas es establecer una zona de mar en calma en la que las embarcaciones se puedan amarrar con seguridad durante periodos meteorológicos adversos. Es, por lo tanto, importante para la comunidad local que el rompeolas sea capaz de soportar el impacto de las olas normalmente propias de la zona. La no consecución de estos objetivos en situaciones normales (sin contar el efecto de tormentas extraordinariamente fuertes) podría provocar daños considerables a la flota pesquera. Para evitar que esto suceda se deberán tomar todo tipo de precauciones al construir un rompeolas a nivel artesanal con muy poca o ninguna ayuda o supervisión por parte del ministerio de obras públicas. De hecho, en litorales rocosos, no se debería intentar construir rompeolas en profundidades superiores a los 3 m sin contar con asistencia técnica, debido a la compleja naturaleza de las olas en aguas más profundas. Por otra parte, en las costas arenosas siempre debe recabarse el asesoramiento de expertos, cualquiera que sea la profundidad del agua.

El rompeolas típico consiste en una cresta de piedra basta, también llamada núcleo, cubierta o protegida por recubrimientos o capas de piedras más pesadas (Figura 30).

Figura 30
Sección transversal tipica de un rompeolas de escollera.



El núcleo. Normalmente éste consiste en desechos de cantera sin las partículas finas (polvo y arena) vertidos en un montón en el mar por medio de un camión volquete. Para facilitar el vertido por medio de un camión, el núcleo debe tener preferiblemente una anchura de 4 a 5 m en su extremo superior y encontrarse a una altura aproximada de 0,5 m por encima del nivel medio del mar o, cuando hubiera una gran amplitud de mareas, por encima del nivel de pleamar en marea viva (Figuras 31a a 31c). El extremo superior del núcleo se deberá mantener nivelado y uniforme por medio de una máquina explanadora a fin de permitir que los camiones volquete puedan viajar a lo largo de todo el rompeolas. Cuando se echa al agua, el núcleo de escollera queda descansando con una pendiente aproximada de 1 a 1, lo que quiere decir que su nivel desciende en 1 m por cada metro que avanza. Dado el poco peso de la escollera en el núcleo, todo el trabajo de construcción relacionado con rompeolas deberá efectuarse durante las estaciones de más calma.

En el Capítulo 4 se describe detalladamente el tipo de roca adecuado para un rompeolas de escollera.

La primera capa inferior. La primera capa inferior de piedra que protege el núcleo de escollera para impedir que sea arrastrado normalmente consiste en piezas sueltas de piedra cuyo peso varía entre un mínimo de 500 kg hasta un máximo de 1 000 kg (Figuras 32a a 32c).

Estas piezas se depositan normalmente en dos capas como mínimo con una pendiente que es generalmente menos acusada que la del núcleo, 2,5/1 en la pendiente exterior y 1,5/1 en la pendiente interior. Una pendiente de 2,5/1 quiere decir que el nivel desciende 1 m por cada 2,5 m de avance. La primera capa de piedra puede ser colocada con una excavadora hidráulica, como se muestra en las Figuras 32b y 32c. También se puede utilizar una grúa normal si hay espacio para las patas de apoyo; no se deben utilizar las grúas con ruedas de goma en ningún momento sobre un núcleo desnivelado sin que sus patas de apoyo se encuentren en la posición extendida.

La excavadora debe colocar la piedra más pesada tan rápido como sea posible sin dejar demasiado núcleo de escollera expuesto a la acción de las olas. Si llegara una tormenta al lugar con demasiado núcleo expuesto, existe el grave peligro de que el núcleo sea arrastrado y distribuido por las olas en toda la zona de construcción del puerto.

La Figura 32a muestra la distribución de un perfil de piedra determinado, en este caso con una pendiente de 2,5/1: la distancia H es la altura de la parte superior de la nueva capa descendente por encima del nivel del fondo del mar. Sería conveniente colocar una pértiga de madera en la punta del núcleo subyacente y fijarla en su sitio con mortero. Se debería colocar una plomada pesada de piedra en el fondo del mar con una boya marcadora a una distancia igual a 2,5 x H. Posteriormente se debería llevar una cuerda de nilón de un color fuerte desde la plomada a la altura requerida de la pértiga. Este procedimiento debe repetirse cada 5 m a fin de ayudar al operador de la grúa o de la excavadora a colocar la capa superior. Un nadador equipado con gafas de buceo debe asegurarse de que cada una de las piedras sueltas quede colocada dentro del perfil señalado.

La capa principal de protección. La capa principal de protección, como su propio nombre indica, constituye la defensa principal del rompeolas a la embestida de las olas. La existencia de cualquier tipo de defecto en la calidad de la roca (Capítulo 4), graduación (tamaño demasiado pequeño) o colocación (pendiente desnivelada o demasiado acusada) pondría a todo el rompeolas en grave peligro. Por esto se deberá tener

Figura 31
Colocación del núcleo
de la escollera.

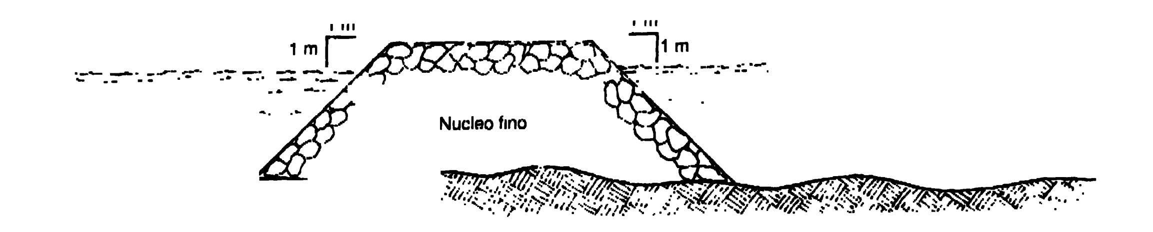


Figura 31a
Sección transversal.

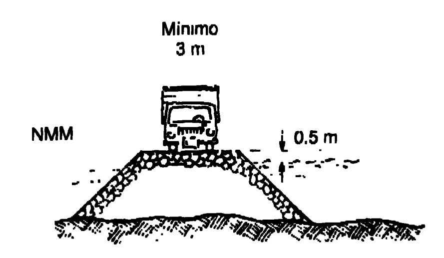


Figura 31b
Vertido con camión.

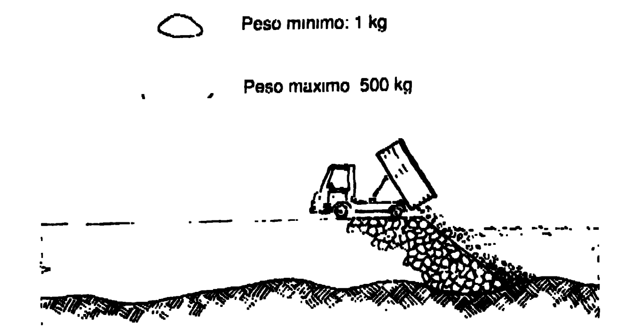


Figura 31c
Vertido con camión.

Figura 32
Colocación de la capa inferior.

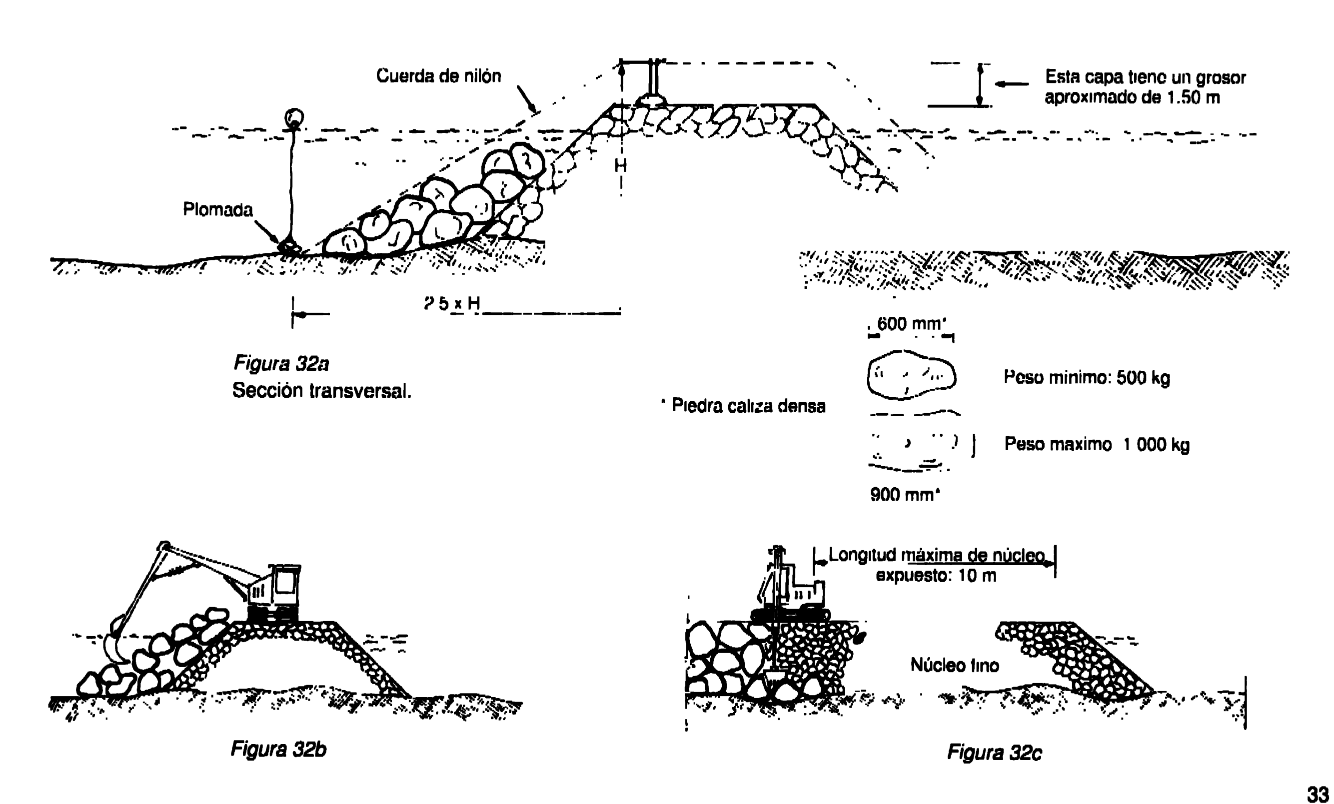


Figura 32a
Sección transversal.

Figura 32b

Figura 32c

mucho cuidado al seleccionar y colocar las piedras correspondientes a la capa principal de protección.

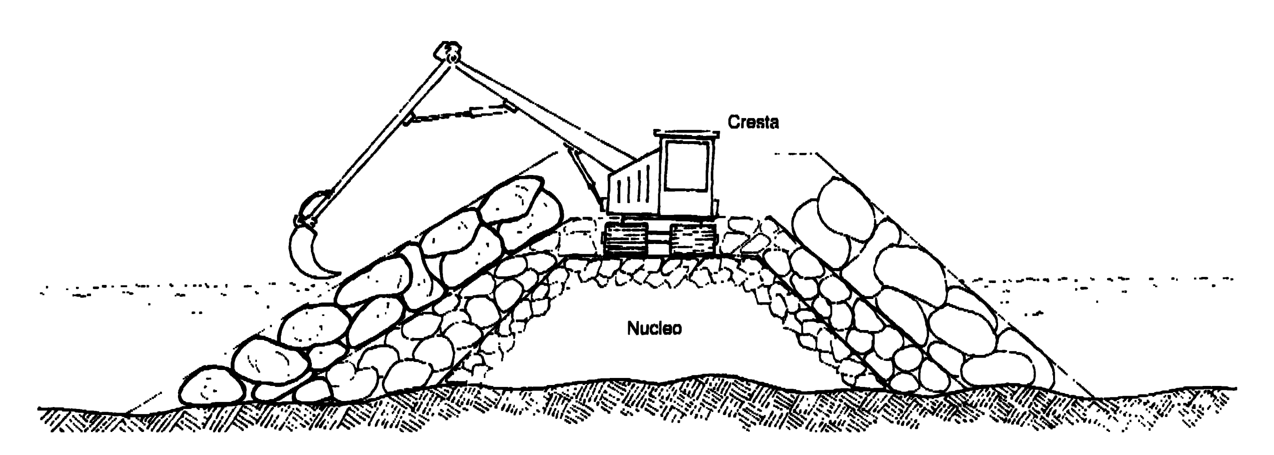
La Figura 33 muestra la colocación de piedras de protección principal por medio de una grúa sobre orugas, que es el mejor equipo para la colocación de piedras de gran tamaño. Estas piedras grandes se deben izar una a una utilizando una eslinga o valvas mordientes y colocar en el agua con la ayuda de un submarinista o de una embarcación con tripulación equipada con un tubo con un cristal tapando uno de sus extre-

Figura 33
Colocación de la capa principal de protección.

mos. La capa de protección se debe colocar piedra a piedra en una secuencia que asegure su interconexión; en la Figura 33, por ejemplo, la piedra número 2 es mantenida en su sitio entre las piedras 1 y 3, mientras que la piedra 4 está bloqueada entre las piedras 3 y 5.

Se asegura así que una ola no pueda arrancar una de las piedras y hacer que las que están encima caigan por la pendiente, rompiendo la capa de protección y exponiendo la escollera más pequeña que hay debajo. Para asegurar la correcta colocación de las piedras, el submarinista o ayudante en la embarcación debe dirigir al operador de la grúa cada vez que se coloca una nueva piedra hasta que la capa de piedras sobrepase la superficie del agua. Al igual que con la primera capa inferior, se necesitan dos capas de piedras de protección para completar la capa principal de protección. Se deben establecer perfiles de pendiente a intervalos regulares de 5 m utilizando el mismo procedimiento anteriormente descrito en la Figura 32.

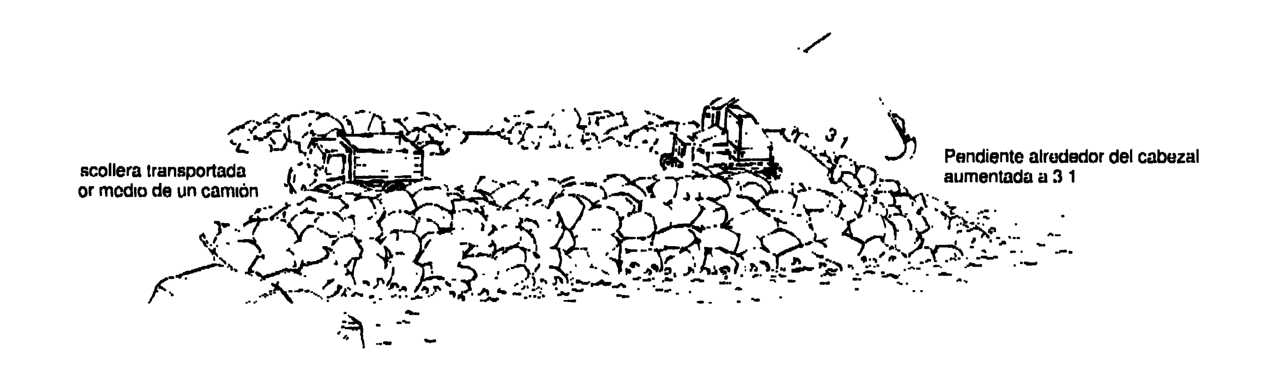
Figura 34a
Excavadora hidráulica colocando la escollera sobre la cresta.



Las Figuras 34a y 34b muestran la forma en que se cierra capa a capa el rompeolas ya casi terminado. Muestra la excavadora retrocediendo al principio del rompeolas cerrando las capas superiores simultáneamente. El final o cabezal del rompeolas es la parte más delicada del mismo y requiere un mayor cuidado. Se deberá aumentar la pendiente exterior de 2.5/1 a 3/1 a fin de mejorar la estabilidad.

Otros tipos de rompeolas. El tipo de rompeolas que se acaba de describir se conoce como un rompeolas de escollera debido a que consiste en escollera colocada de forma especial. Este tipo de rompeolas se adapta muy bien a casi todas las condiciones, especialmente a una profundidad variable del fondo del mar; también puede resistir a algunos daños causados por tormentas sin que se rompa del todo.

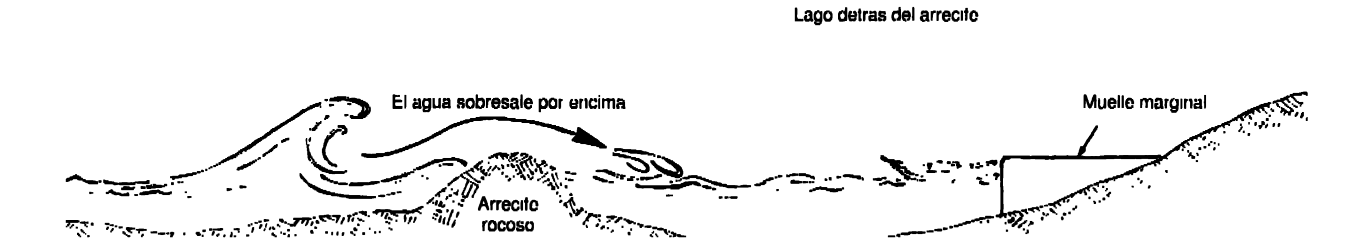
Figura 34b
La misma máquina dando marcha atrás y cerrando la cresta al mismo tiempo.



Un rompeolas de escollera no es siempre adecuado (Figura 35a). En este caso ya existe un arrecife rocoso (no de coral), por lo que la solución ideal consistiría en elevar su nivel lo suficiente para impedir que las olas rompientes sobrepasen el arrecife y afecten a las embarcaciones amarradas detrás del mismo. Como ya se ha señalado, se debe construir un rompeolas sólido y bien anclado sobre el crespón rocoso. Si el arrecife es de coral vivo, entonces el rompeolas se debería construir entre el arrecife y la orilla si hay espacio suficiente, nunca cerca del coral.

La Figura 35b muestra un rebaje cortado en el arrecife y un muro sólido construido con sacos de yute rellenos de hormigón y colocados en su sitio. Una vez se ha curado el hormigón, unas 24 horas más tarde, se deberá aplicar un recubri-

Figura 35a
Mejora de la dársena



miento *in situ* alrededor de los sacos a fin de formar un muro con una terminación regular. Alternativamente se deberá construir un sólido muro de hormigón armado como se muestra en la Figura 35c. En este caso se asume que se dispone de un compresor y una taladradora neumática en obra para taladrar orificios de anclaje en el arrecife a intervalos de aproximadamente medio metro. Seguidamente se deberá fijar el refuerzo en los orificios taladrados utilizando una mezcla de mortero muy seco.

Figura 35b
Construcción de un muro más alto con sacos de yute rellenos de hormigón y recubiertos.

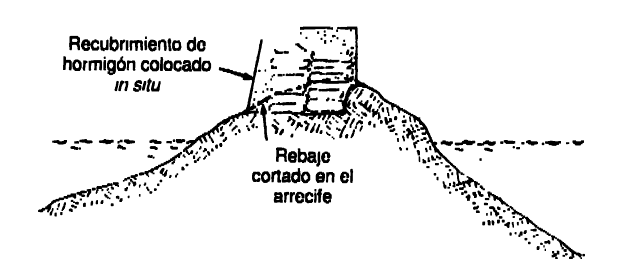
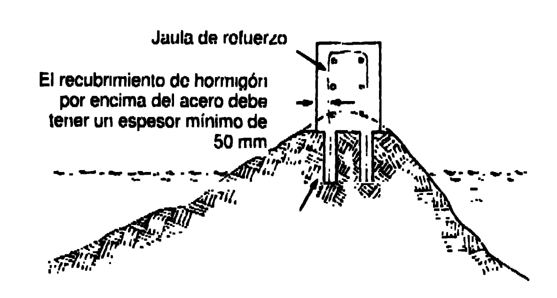


Figura 35c
Construcción de un muro más alto en hormigón armado anclado a un arrecife rocoso.



MUELLES Y EMBARCADEROS

Dentro de un puerto pesquero, el muelle generalmente se encuentra en paralelo a la orilla con embarcaciones atracadas sólo en el lado que da al mar, mientras que el embarcadero generalmente se adentra en las aguas del puerto, permitiendo el amarre de embarcaciones a ambos lados. Un embarcadero independiente en aguas bastante protegidas podría constituir la totalidad de las instalaciones portuarias.

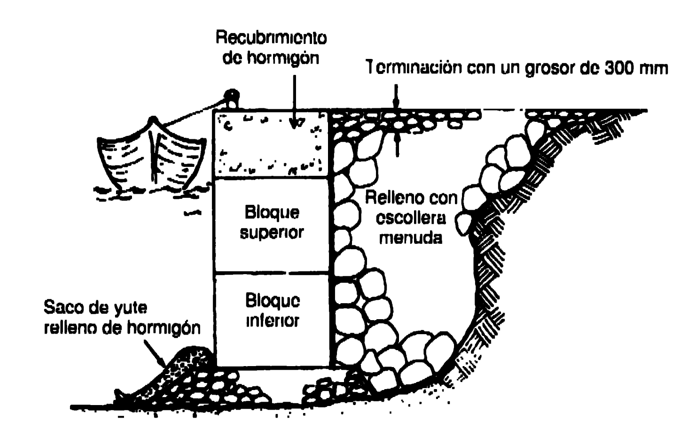
Muelles. Los muelles pueden ser de construcción sólida o sobre pilones. La Figura 36 muestra una sección transversal típica de un muelle sólido, adecuado para zonas en las que el lecho marino es rocoso o arenoso.

Un muelle construido sobre pilones (Figura 40) es más adecuado en zonas en las que el lecho marino es muy blando, como en orillas de ríos o en zonas de manglares. En presencia de grandes variaciones debidas a mareas, la solución normal consiste en tener un desembarcadero flotante (Figuras 45-47). Un desembarcadero flotante es adecuado también para lagos, en los que la diferencia de altura entre pleamar y bajamar puede ser de unos pocos metros de un año a otro. Antes de poner en marcha un proyecto, se debería realizar un cuidadoso estudio del tipo de maquinaria disponible, ya que esto influirá en el coste final de la obra.

En el Capítulo 4 se proporciona una descripción del tipo y calidad de los materiales que se deben emplear en trabajos de construcción en un entorno marítimo. El Capítulo 6 proporciona una descripción general de los tipos de accesorios y sus requisitos de anclaje.

La Figura 36 muestra la sección transversal típica de un muelle sólido construido con bloques de hormigón dispuestos sobre un lecho enrasado de fragmentos de piedras o áridos. Dependiendo del tamaño de grúa disponible, los bloques de

Figura 36
Sección transversal típica de un muelle de bloques.



hormigón se fabrican en tierra y 28 días más tarde (el período normal de fraguado) se izan y se colocan en el agua en línea recta para formar el muro del muelle. Cada pilar vertical formado por bloques de hormigón no debería entrar en contacto con los pilares adyacentes a fin de que pueda asentarse de forma independiente sobre el lecho de piedra enrasada. Para impedir que las hélices de los buques de pesca dispersen el lecho de piedra enrasada se deberá colocar un saco de yute relleno de hormigón a pie de muelle a lo largo del muro. Normalmente se requieren los servicios de un submarinista para llevar a cabo estas tareas.

Cada pilar formado por bloques debe sobrepasar la superficie aproximadamente 500 mm por encima del nivel medio del mar, donde se construye un bloque de recubrimiento con el que se unen 5 pilares. El bloque de recubrimiento debe contener todos los orificios y rebajes para alojar los elementos accesorios del muelle como paragolpes, bolardos y anillas de amarre.

Seguidamente la zona detrás del muro del muelle se deberá rellenar con escollera menuda. No se debe depositar polvo, sedimento, arcilla o barro detrás del muro de bloques, ya que este material podría salir por los huecos existentes entre los pilares de bloques, provocando el asentamiento del pavimento.

Figura 36a
Muelle de bloques.

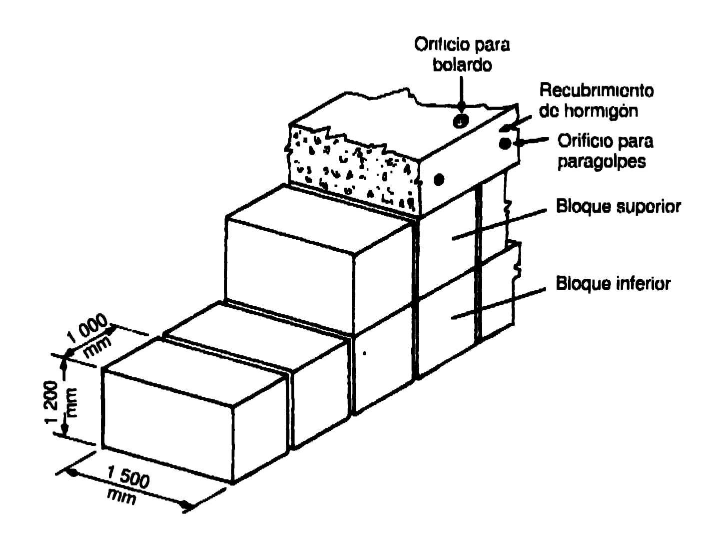


Figura 37

Dimensiones típicas de bloques y métodos de izado.

Se deben dejar canales en las superficies laterales e inferiores de los bloques

Al gancho de la grúa

Las superficies superiores e inferiores deben estar perfectamente niveladas

1 200 mm

300 900 300

1 500 mm

1 000 mm

A

B

B

Gancho de la grúa

VISTA LATERAL A

60 máximo

Los bordes deben estar redondeados para no dañar los cables de izado

Bloque de hormigón

Lecho de fraguado suave de 300 mm de grosor perfectamente nivelado en el hormigón

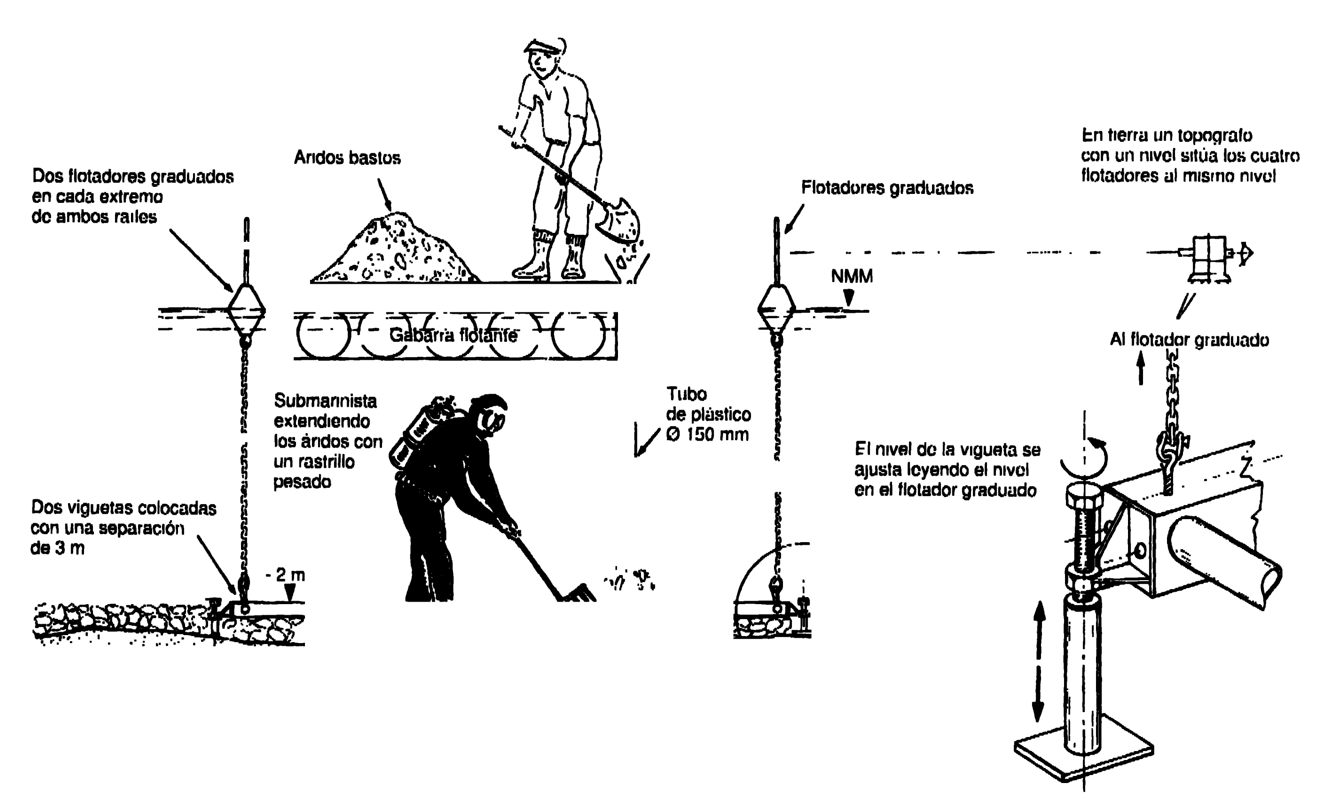
Nivel del suelo

SECCION TRANSVERSAL B-B

Radio de la curva tan grande como sea

Barras de acero doblado de 30 mm

Figura 38
Preparación de una cimentación
de enrasado para un muelle de bloques.



La Figura 39 muestra la sección transversal de un muelle alternativo que no requiere los servicios de una grúa.

En lugar de bloques uniformes de hormigón, se utilizan sacos de yute rellenos con hormigón húmedo, que se colocan bajo agua con la ayuda de un submarinista. En realidad en este caso no se requiere el lecho de áridos enrasados, aunque de todas formas se recomienda la utilización de una capa de áridos bastos ya que esto aumenta la estabilidad de la capa de cimentación contra la acción destructora de las hélices de las embarcaciones. Sin embargo, a diferencia del tipo anterior de muro de muelle, no es necesario que el enrasado quede perfectamente nivelado. Los obstáculos, por ejemplo, un lecho marino desigual o rocas de gran tamaño, pueden quedar incluidos en la cimentación si resultara absolutamente necesa

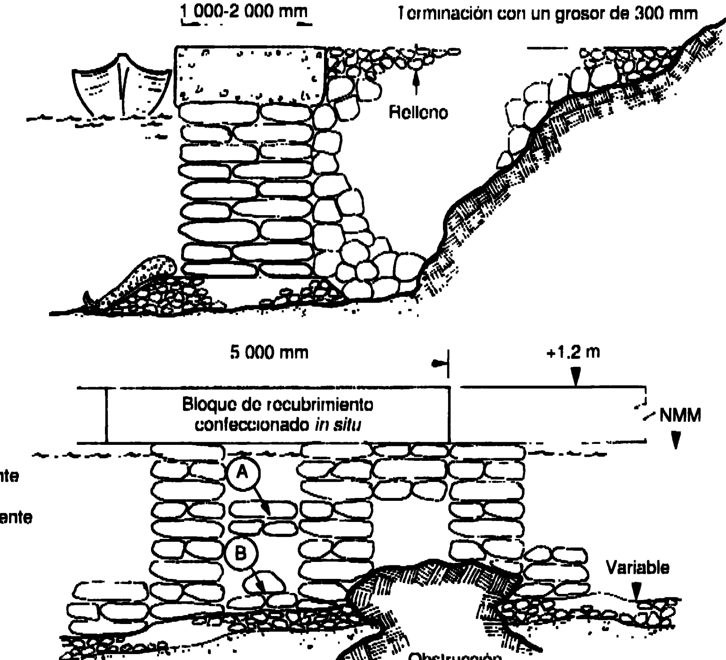
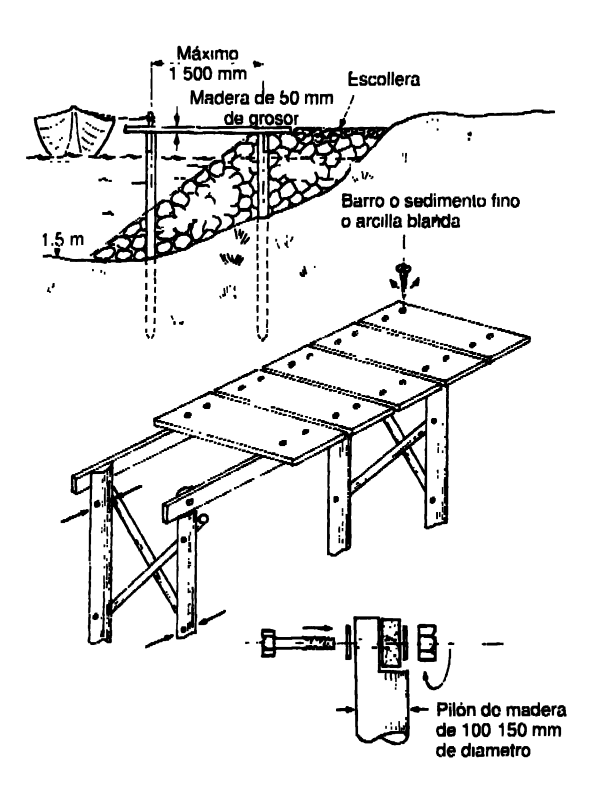


Figura 39
Detalles típicos de un muelle poco profundo sobre sacos de yute

A Saco de yute relleno correctamente

B Saco de yute relleno incorrectamente

Figura 40
Embarcadero sobre pilones.



rio; en caso contrario se deberían eliminar; otra posibilidad sería alejar el muro del muelle de dichos obstáculos.

Los sacos de yute, una vez rellenos de hormigón y cosidos, se deberían colocar de acuerdo con el patrón que se muestra, a fin de asegurar una construcción sólida. Se debe tener cuidado de no rellenar los sacos en exceso: cuando se depositan y se aprie tan ligeramente deberían presentar un lateral plano horizontal sobre el cual se pueda depositar la siguiente capa de sacos.

El muro del muelle se debería completar con un bloque de recubrimiento de hormigón, como se ha descrito en el caso del muelle de bloques de hormigón.

La Figura 40 muestra un muelle sobre pilones, adecuado para un litoral de barro o arcilla. Este tipo de estructura es frágil en comparación con el muelle sólido y sólo se debe construir en zonas de mucha calma.

Los pilones de madera, con un diámetro de entre 100 y 150 mm, se deberán clavar en el barro utilizando un martillo pilón similar al que se muestra en la Figura 41. Los pilones se deberán clavar formando una cuadrícula estándar de entre 1 000 y 1 500 mm, según el tamaño de los pilones y las vigas de madera disponibles.

Si se requiere un ancho superior a 1 500 mm, entonces se debería realizar una construcción similar frente a la primera, en lugar de aumentar la distancia entre los pilones. Una vez se han clavado los pilones en tierra, se debería rellenar la orilla con áridos bastos a fin de aumentar la estabilidad del muelle e impedir el atrapamiento de derrelicto pútrido entre el muelle y la orilla.

Toda la madera utilizada en este tipo de estructuras deberá ser tratada contra la acción de insectos perforadores que atacan la madera, como se describe en el Capítulo 4.

Todos los elementos accesorios metálicos deben estar fabricados de acero galvanizado (recubiertos con zinc) o de latón. Sólo

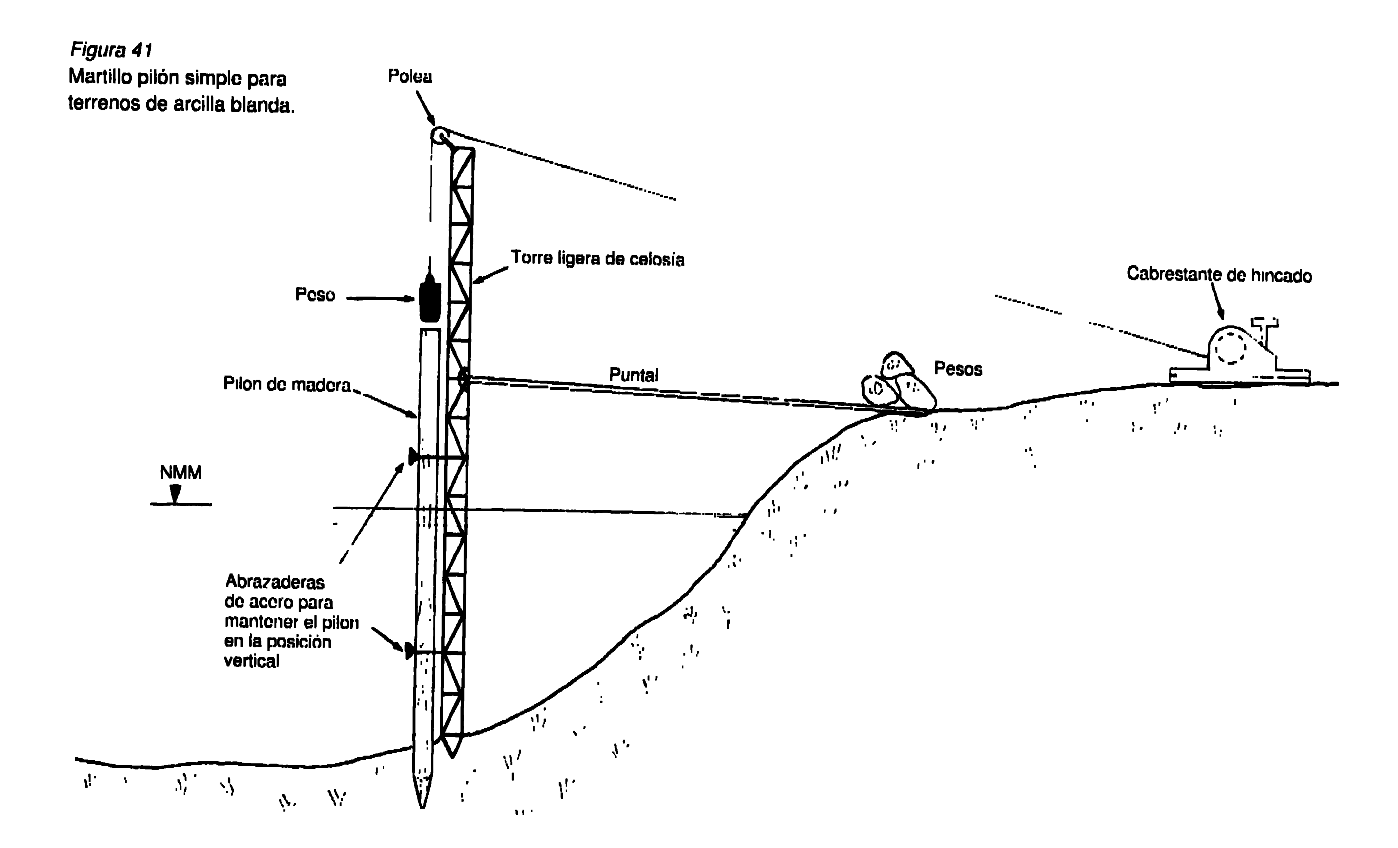
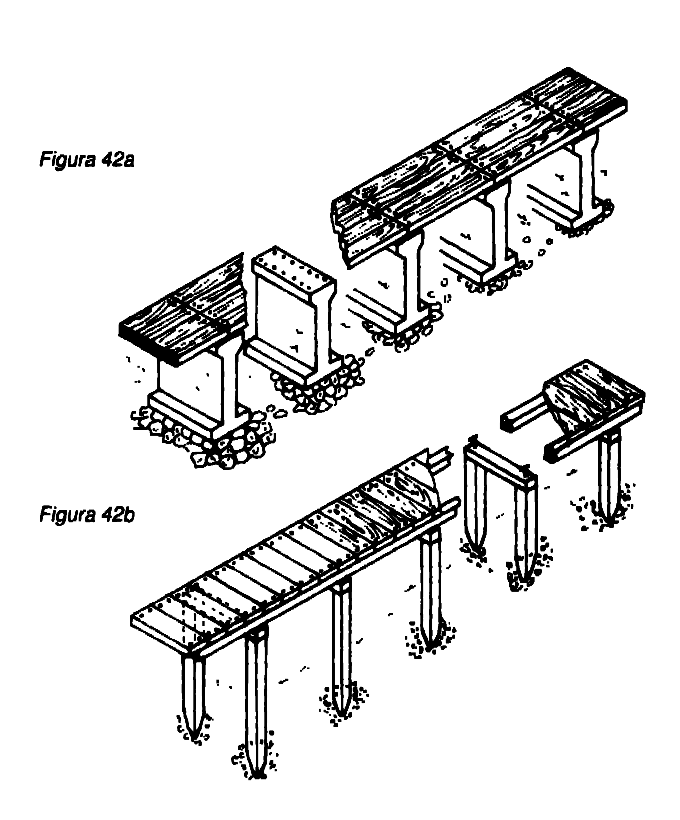


Figura 41
Martillo pilón simple para terrenos de arcilla blanda.

Figura 42
Dos tipos de muelle tipo espigón.

Figura 42a

Figura 42b



se permitirá utilizar tornillos y pernos de cabeza embutida. No se deberán utilizar clavos en parte alguna de la plataforma.

La Figura 42 muestra dos muelles de hormigón tipo espigón adecuados para zonas de calma relativa como playas protegidas o el interior de puertos ya existentes.

En general, si el hormigón se fabrica de forma correcta, la estructura durará más tiempo que una estructura similar construida de madera.

La Figura 42a muestra un muelle adecuado para zonas con amplias variaciones de mareas en el que se pueden construir sencillos pilones de masa de hormigón (sin armadura) sobre un lecho de gravilla durante períodos de marea baja. Posteriormente se fija una plataforma de hormigón armado prefabricado o de madera sobre los pilones para formar un muelle.

Si se dispone de un martillo pilón, se pueden hincar pilones cuadrados de hormigón armado prefabricado de 300 x 300 mm en el lecho marino y posteriormente se pueden colocar vigas encima de las cabezas de los pilones (Figura 42b). Como antes, a continuación se puede fijar una plataforma de hormigón armado prefabricado o de madera sobre las vigas. Se remite al lector al Capítulo 4 para más información sobre la fabricación de hormigón marino duradero. Los áridos de coral (piedra y arena) no son adecuados para secciones armadas con acero. Todos los refuerzos de acero utilizados dentro de secciones de hormigón (pilones, vigas o losas) deberán tener una cobertura mínima de hormigón de 50 mm. Todos los elementos accesorios expuestos deberán ser galvanizados.

La Figura 43 muestra detalles de trabajos típicos de rescate de tierras. La Figura 43a muestra cómo se pueden rescatar tierras mediante la utilización de camiones volquete con desechos de canteras, y la Figura 43b muestra trabajos de bonificación con una draga (véase el Capítulo 5).

Figura 43
Rescate de tierras.

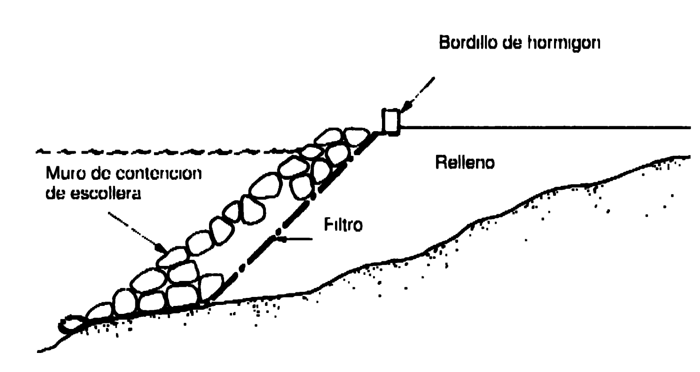


Figura 43a

Cuando se rescaten terrenos del mar utilizando arena dragada o extraída, se deberán tomar precauciones para evitar contaminar el mar con polvo suspendido. Debido a que el material de relleno también contiene polvo muy fino, los proyectos de rescate normalmente provocan nubes de sedimento suspendido que obstruyen la luz alrededor de la zona de construcción y que son perjudiciales para ciertas formas de vida marina (coral) que necesitan la luz del sol para sobrevivir.

Es necesario impedir que el material rescatado pase al mar mediante la utilización de filtros geotextiles de un grado adecuado de porosidad (Figura 43c). Cada pieza de filtro geotextil utilizada deberá ser cosida a la pieza anterior o deberá solaparla en por lo menos 300 mm. En ambos casos, el filtro geotextil deberá quedar anclado al lateral de la ribera rescatada mediante la utilización de pesos (no estacas) que podrán quedar incorporados en la ribera de escollera de retención formada con piedras de un peso no inferior a 500 kg colocadas cuidadosamente. Los filtros rotos se deberán reparar antes de su colocación bajo el agua.

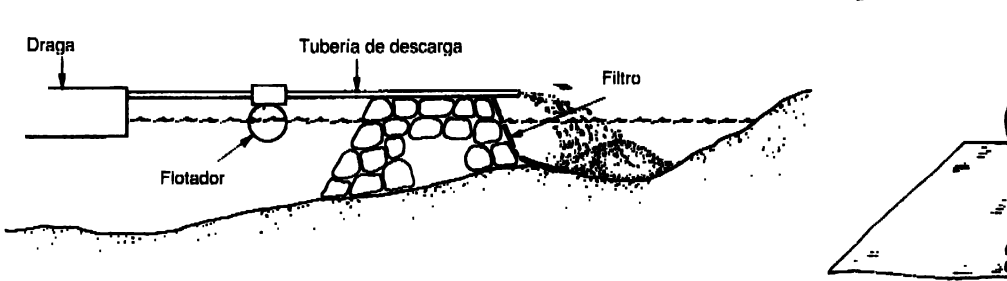


Figura 43 b

Figura 43c

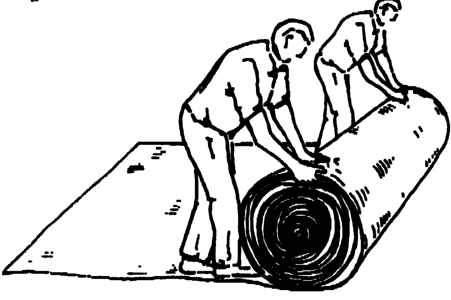
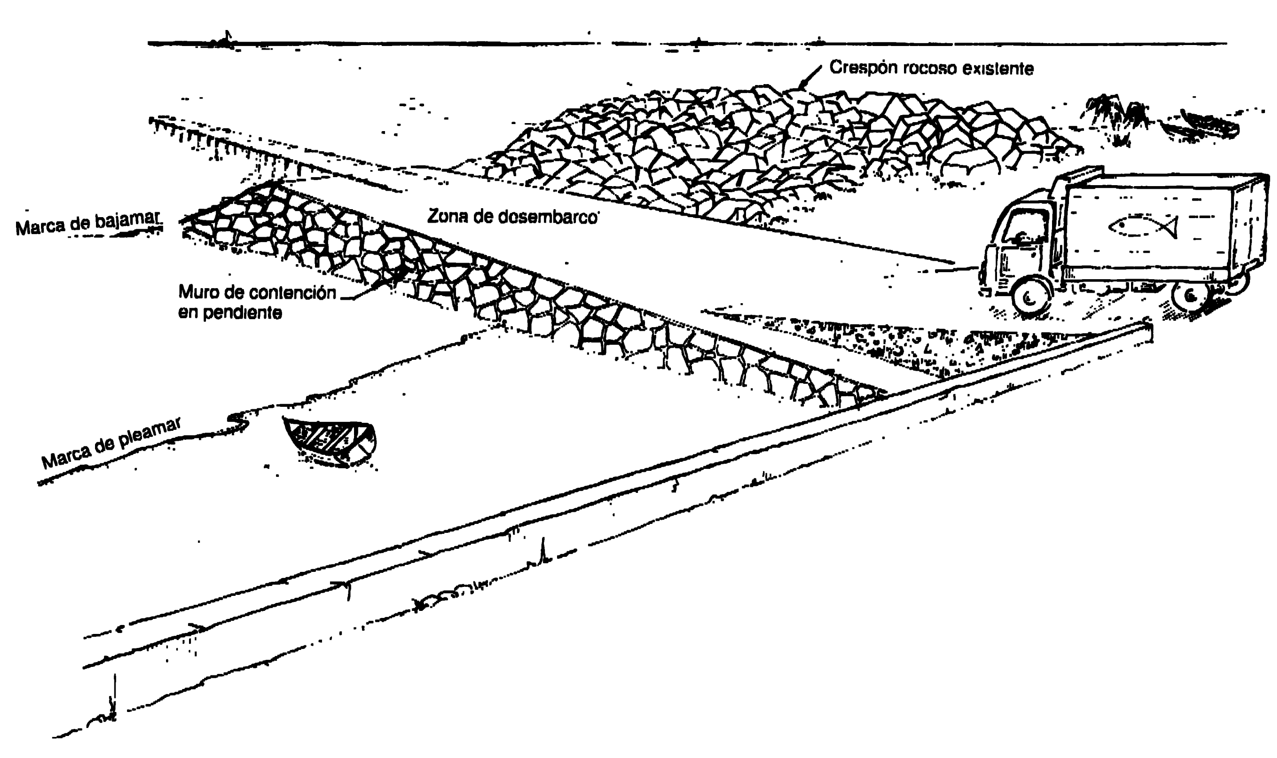


Figura 44
Embarcadero independiente
en una zona expuesta a mareas.



La Figura 45 muestra una plataforma flotante anclada, en posición, por cuatro pilones verticales y conectada a tierra firme por medio de una pasarela unida, con posibilidad de giro, a un marco. La plataforma queda libre para subir y descender con la marea.

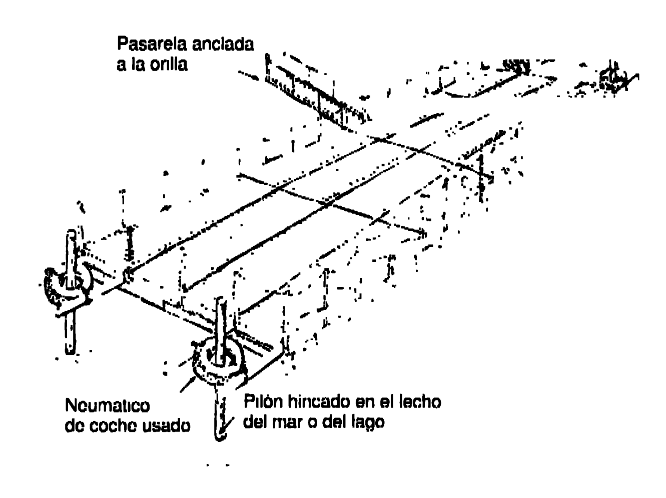
En zonas donde hay variaciones en el nivel del agua durante largos períodos de tiempo como, por ejemplo, en lagos, se requiere un sistema diferente de anclaje debido a que la orilla retrocede o avanza a grandes distancias.

La Figura 46 muestra una típica plataforma flotante hecha de barriles de aceite vacíos y secciones de madera. Consulte los Capítulos 4 y 8 sobre protección de madera y de barriles de acero sumergidos en el agua. Los barriles de plástico no requieren tratamiento alguno.

La Figura 47 muestra una plataforma de este tipo mantenida en su sitio por cuatro anclajes previamente situados y dos escoplos. Las dos cuerdas paralelas de amarre deben pasar sobre la plataforma, a través de un cabrestante manual y vuelta a los dos anclajes restantes. De esta forma se puede tirar de la plataforma hacia fuera cuando el nivel del agua desciende y la orilla retrocede en relación con el litoral original. La plataforma debe estar conectada a la orilla por medio de una serie de pasarelas flotantes conectadas entre sí que flotan en el agua o van a descansar sobre el lecho seco cuando desciende el nivel del agua.

La plataforma debería estar equipada también con por lo menos dos escoplos para impedir que se balanceee durante períodos de fuertes vientos o corrientes. Cada uno de los escoplos consistirá en una tubería de acero pesada y puntiaguda con orificios taladrados cada 300 mm para poder insertar asideros en los niveles adecuados. De esta forma se podrán izar los escoplos del fondo hasta posicionar de nuevo la plataforma en aguas más profundas, y a continuación volverlos a hincar.

Figura 45
Desembarcadero de plataforma flotante.



Los anclajes se deberían colocar tan lejos como sea posible de la plataforma y nunca a una distancia inferior a cinco veces la profundidad existente por debajo de la plataforma; en otras palabras, si la profundidad del agua por debajo de la plataforma es de 4 m, los anclajes se deberán colocar a una distancia mínima de 4 x 5 = 20 m.

Los propios anclajes deberán estar fabricados preferiblemente en acero y pesarán lo suficiente como para que se puedan mover sin la ayuda de grúas.

La Figura 48 muestra un muelle tipo espigón sobre pilones con embarcaciones amarradas a ambos lados.

Figura 46
Plataforma flotante utilizando barriles de aceite.

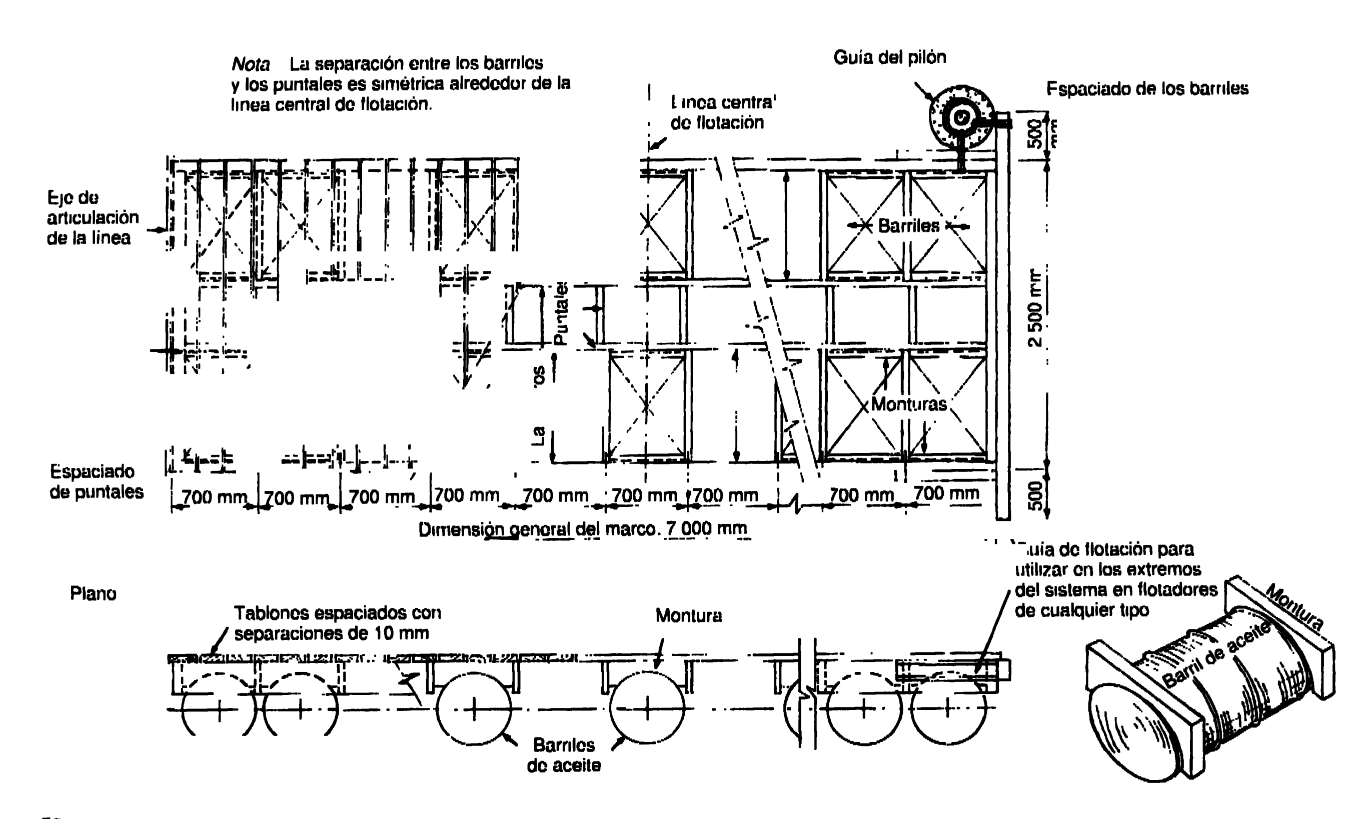
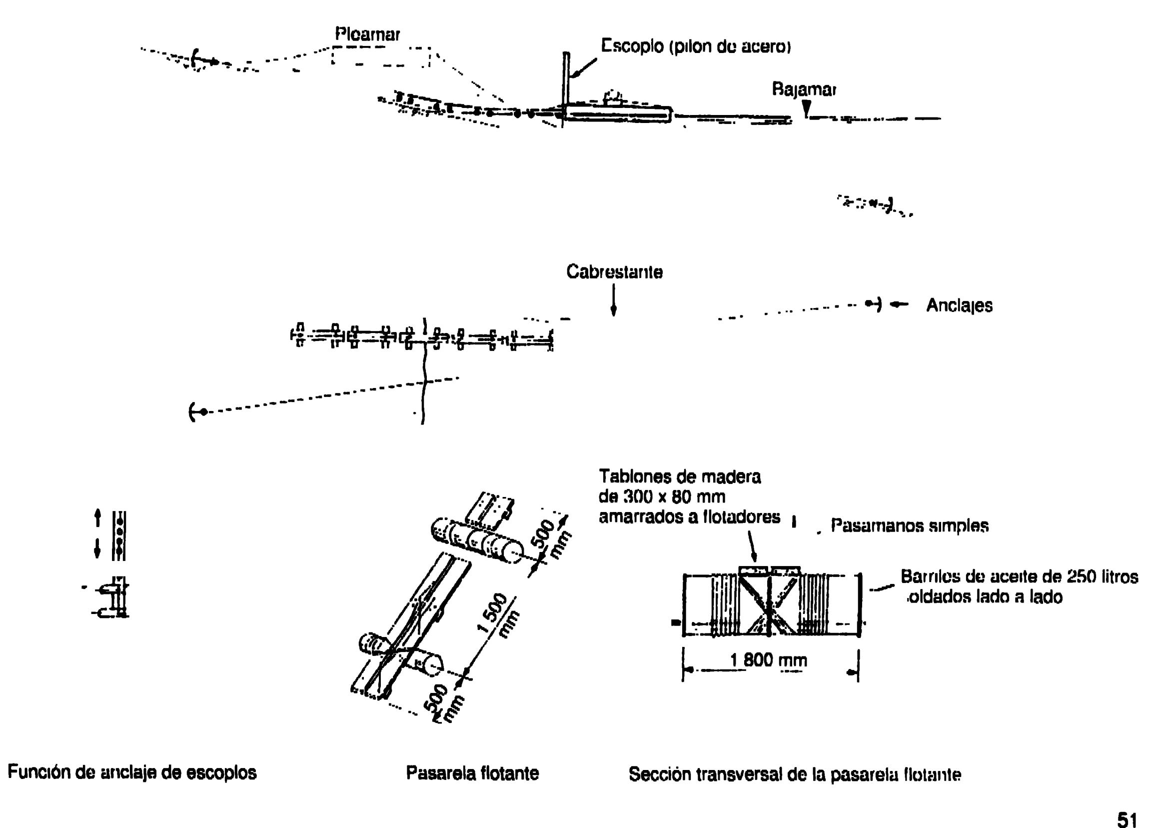


Figura 47
Desembarcadero flotante.

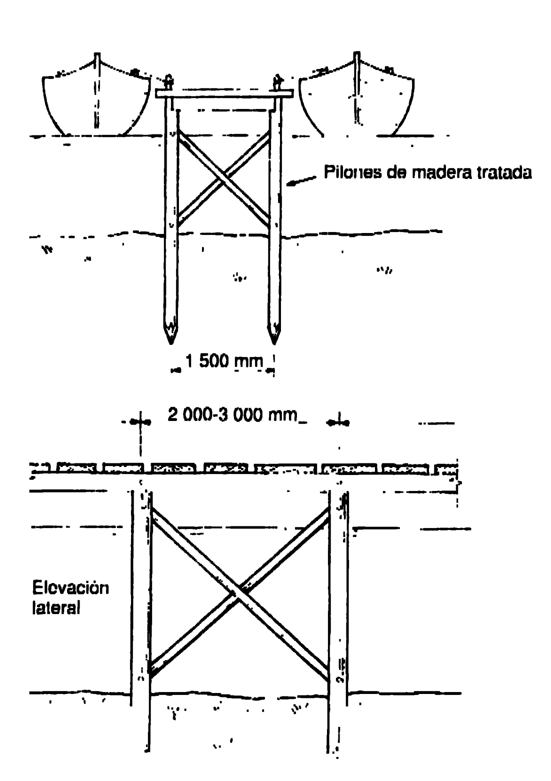


Función de anclaje de escoplos

Pasarela flotante

Sección transversal de la pasarela flotante

Figura 48
Embarcadero de madera.



Los pilones pueden ser de madera, acero u hormigón armado. Lo ideal sería que la plataforma esté construida en madera u hormigón.

VARADEROS

El tradicional varadero en muchas comunidades playeras es todavía la playa natural donde se sacan las embarcaciones a tierra para su raspado, limpieza y reparación. Sin embargo, dentro de un puerto y en ausencia de una fuerte marea, una playa no siempre resulta práctica, por lo que se requiere la construcción de una pendiente o varadero artificial.

Un varadero típico consiste de una apertura en el muro del muelle en la que se construye una rampa de hormigón con una superficie sólida y suave.

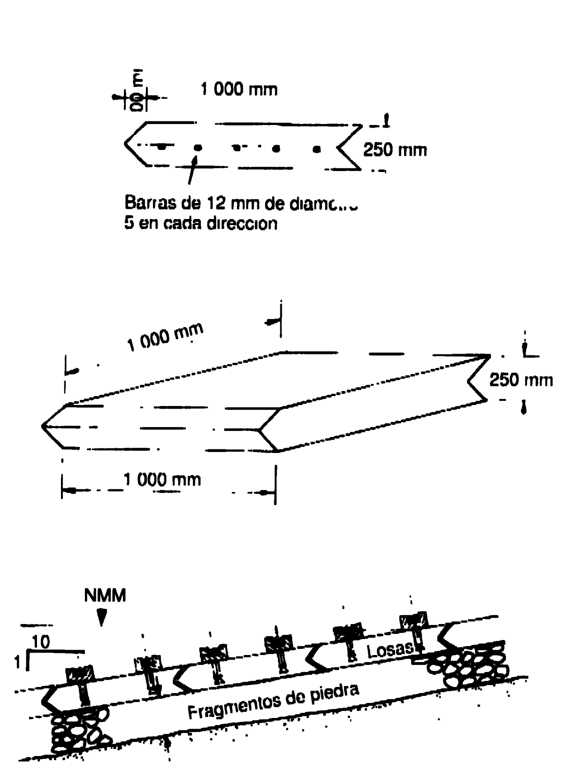
Lo ideal sería que el varadero tuviera una anchura no inferior a 5 m con una pendiente no superior al 10 por ciento (o una pendiente de 1/10) y que su extremo inferior penetrara por lo menos 1,5 m dentro del agua, como se muestra en la Figura 49. Para construir un varadero se debe tender primero un lecho de fragmentos finos de piedra o gravilla, nivelado de acuerdo con la pendiente que se requiere. En la porción de la rampa que queda por encima del nivel medio del mar se deberá fabricar una losa de una sola pieza de hormigón de 300 mm de grosor. En la porción de la rampa que queda por debajo del nivel medio del mar y hasta una distancia de 1,5 m por debajo de dicho nivel se deberá cubrir la pendiente con losas de hormigón prefabricado con un grosor mínimo de 250 mm. Las dimensiones de las losas no deberán exceder de 500 x 500 mm y se deberán colocar cuidadosamente de forma que descansen niveladas sobre el lecho de gravilla preparado anteriormente. El extremo inferior del varadero deberá quedar protegido contra los roces por sacos de yute rellenos de hormigón, como se muestra en la Figura 49. Si no dispusiera de remolques para botar embarcaciones, se deberán tender y empernar a la pendiente de hormigón secciones de

Figura 49
Sección transversal tipica de un varadero.

Cabrestante
A
Nó menos de 5 m
A

Sacos rellenos de mortero
Placas de hormigón prefabricado
Fabricados *in situ*
1·0
1
10%
1.5 m
Seccion A A

Figura 50
Losas prefabricadas de un varadero.

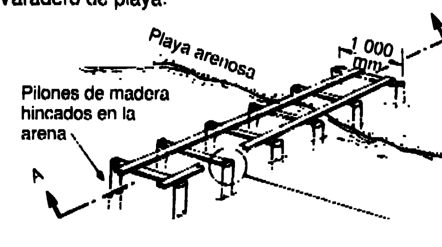


madera de 150 x 150 mm para que actúen como superficie de fricción de las quillas de madera. La Figura 50 muestra las dimensiones típicas de las losas interconectables prefabricadas para su tendido bajo el agua.

La Figura 51 muestra cómo se debería construir un varadero permanente en una playa arenosa. Los pilones de madera se deberían hincar en dos líneas rectas a intervalos de 500 mm, con cada par de pilones puenteado por una gruesa viga de madera. En el Capítulo 4 se describe detalladamente los tipos de madera más adecuados para su inmersión en el agua. Los travesaños o traviesas deberán ser atornillados a los pilones cortados en vertical con pernos industriales de acero inoxidable o latón. Entonces se deberán tender puntales de madera o raíles ligeros por encima de los travesaños a fin de poder deslizar un remolque por la rampa del varadero.

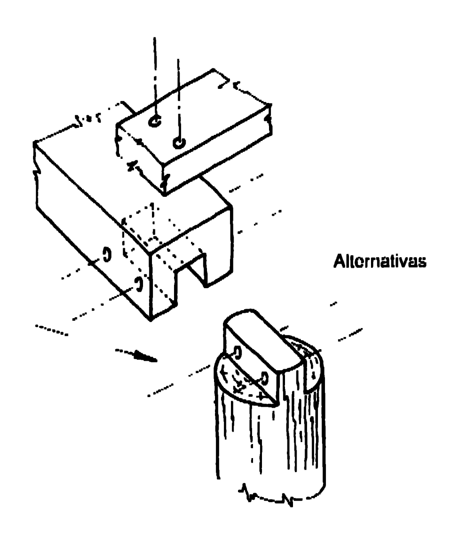
Para conseguir que las embarcaciones suban la pendiente normalmente es suficiente utilizar un cabrestante manual con una capacidad de 1 ó 2 toneladas. El cabrestante deberá estar empernado a un bloque de hormigón (separado de la losa del varadero) con un grosor no inferior a 500 mm.

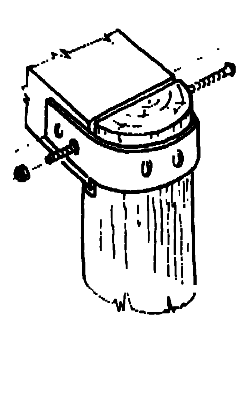
Figura 51
Varadero de playa.



Sección transversal típica A-A







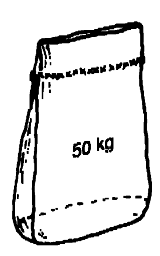
4. MATERIALES DE CONSTRUCCION

Los materiales de construcción básicos que se requieren para obras en el mar consisten en cemento, áridos, acero para armaduras, escollera, pilones de madera o de acero, abrazaderas, viguetas o secciones de madera y otros elementos menores.

El cemento es un polvo gris verdoso que se endurece a las pocas horas de ponerse en contacto con agua y que por lo tanto adquiere una mayor resistencia con el tiempo. Hay muchos tipos de cementos disponibles en el mercado y el tipo más común se conoce como cemento común de Portland. Sin embargo, el tipo más adecuado de cemento para trabajo marítimo es el cemento resistente al sulfato. El cemento normalmente viene en bolsas de papel de 50 kg.

Para fabricar un buen hormigón se deben aglomerar las piezas individuales de piedra con una pasta de cemento, a fin de producir una mezcla tan densa y poco porosa como sea posible. Por esta razón, el árido (tanto la arena como la piedra) tiene que ser duro para que el hormigón pueda ser duradero. Un árido de buena calidad se podrá arañar a duras penas con una navaja de acero. El hormigón fabricado con piedra blanda de coral no es duradero y se desintegrará con el tiempo.

Figura 52
Cemento.



Los áridos triturados tienen una forma angular, mientras que la gravilla de río o de playa es redondeada. Los áridos obtenidos del mar contendrán sal que es nociva para el hormigón, por lo que se deben lavar repetidamente antes de poder utilizarlos en la fabricación de hormigón. Los áridos de coral sólo se deberán utilizar en última instancia y aún en ese caso sólo si las condiciones medioambientales permiten la recogida de coral vivo.

Figura 53
Aridos.



La fuente más fiable de escollera para la construcción es una cantera. De la cantera normalmente se obtiene una gama completa de tamaños de piedras, y la obtención de las piezas, del tamaño adecuado depende mucho de la experiencia de la persona que realiza la colocación de explosivos, así como del grado de homogeneidad geológica del terreno. Al igual que con los áridos, la durabilidad depende de la dureza de la piedra. Como norma general, una navaja de acero sólo debería poder arañar la piedra muy ligeramente. Si la piedra se araña con facilidad, entonces la escollera de piedra no es adecuada

para su utilización en rompeolas o muelles o en ningún otro tipo de estructura en contacto con el agua del mar, por lo que se deberá buscar una fuente alternativa de suministro.

La armadura se utiliza dentro de una sección de hormigón para optimizar la resistencia del hormigón. En el trabajo marítimo, el acero deberá tener una cubierta mínima de 50 mm de hormigón, a fin de impedir su corrosión por el agua del mar.

Las barras de acero suelen venir en una variedad de diámetros, que van desde un mínimo de 6 mm y hasta 32 mm. Las barras de acero normalmente se suministran por peso y los pesos (en kilogramos por metro de longitud de la barra) de los calibres que se utilizan más a menudo son:

Figura 54
Escolleras.

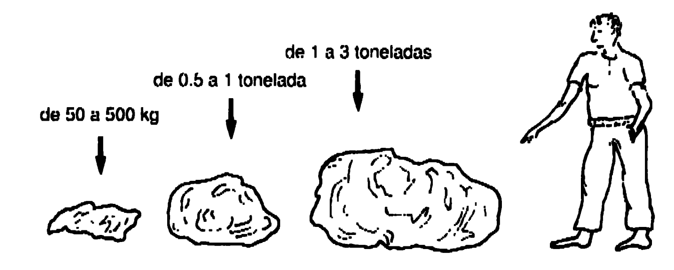
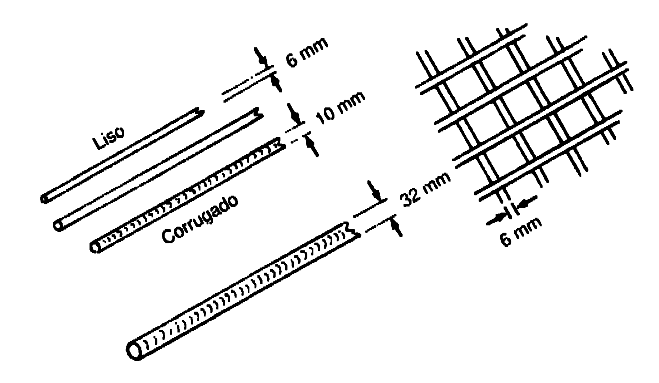


Figura 55
Armaduras de acero, barras y malla soldada.



6 mm de diámetro: 0,222 kg/m;
8 mm de diámetro: 0,395 kg/m;
10 mm de diámetro: 0,617 kg/m;
12 mm de diámetro: 0,888 kg/m;
14 mm de diámetro: 1,208 kg/m;
18 mm de diámetro: 1,998 kg/m;
20 mm de diámetro: 2,466 kg/m;
24 mm de diámetro: 5,551 kg/m.

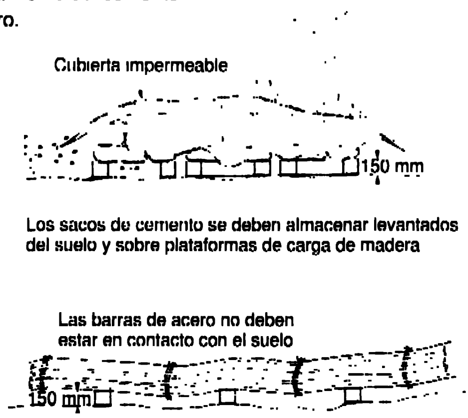
La longitud de las barras está normalmente limitada a 12 m. Las armaduras también se encuentran disponibles en forma de mallas de acero soldado.

CONSEJOS PARA UNA BUENA PRACTICA EN OBRA

Al igual que un buen cocinero utiliza los mejores ingredientes frescos del mercado, si se aplican unas cuantas normas básicas en obra se conseguirá que los materiales de construcción que se emplearán permanezcan en buen estado hasta que se utilicen para las obras de construcción:

- El cemento no se debe almacenar en obra durante períodos superiores a las seis semanas. Se debe utilizar tan pronto como sea posible.
- El cemento y el acero se deben almacenar temporalmente a una altura aproximada de 150 mm por encima del suelo y deben quedar cubiertos por lonas impermeables ancladas a estacas como se muestra en la Figura 56.

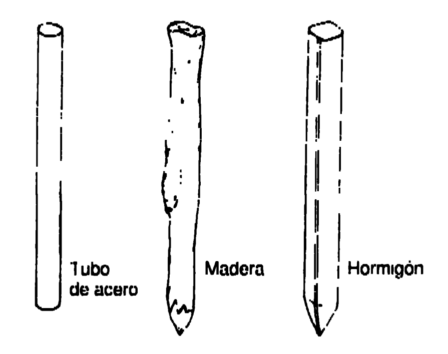
Figura 56
Almacenamiento del cemento y del acero.



- Por debajo de las lonas debe quedar sitio suficiente para permitir que circule el aire, con el fin de impedir la condensación del agua sobre los sacos de cemento.
- No se deberá utilizar el cemento de bolsas rotas para la realización de trabajos de construcción.
- El cemento y el acero no se deben almacenar en lugares en los que se acumule el agua formando charcos después de la lluvia.
- Se deberá aplazar el trabajo de hormigonado en los días en los que se prevean lluvias.
- No se deberá tocar el cemento, la pasta del cemento ni el hormigón directamente con las manos sin protección alguna: el cemento en cualquiera de estas formas puede erosionar la piel y ser la causa de hemorragias e infecciones.

En los trabajos de construcción marítima se utilizan a menudo pilones fabricados en acero, madera u hormigón armado (Figura 57).

Figura 57
Pilones.



Los pilones son necesarios en lugares en los que la tierra es muy blanda (zonas pantanosas, ciénagas o lechos enfangados de ríos), en cuyo caso se hinca un cierto número de pilones en la tierra a fin de formar una cimentación estable.

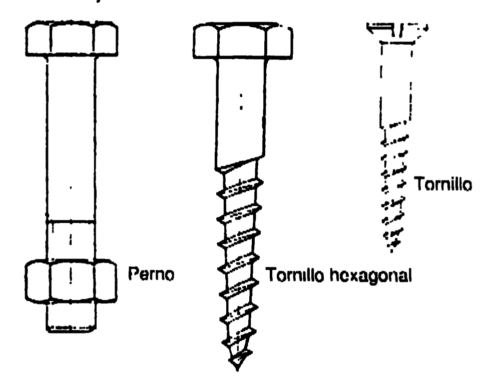
Todos los pilones deberán estar protegidos para evitar su deterioro: los pilones de acero deberán estar pintados con pinturas epóxidas especiales; los pilones de madera deberán estar tratados con aceite creosotado y los pilones de hormigón deberán ser fabricados con cemento resistente al sulfato.

También se requieren elementos de sujeción de madera a fin de mantener las secciones de madera unidas entre sí.

Según el tamaño real de las piezas de madera, se deberán utilizar pernos o tornillos como elementos de sujeción; nunca se deben utilizar clavos. Los clavos suelen romperse de repente cuando se corroen.

La Figura 58 muestra el tornillo hexagonal que debe fabricarse de acero galvanizado o, mejor aún, de latón o acero inoxidable; el tornillo hexagonal de uso industrial, fabricado también de latón o acero galvanizado; y el tornillo normal de cabeza embutida, que también lo hay en latón.

Figura 58
Elementos de sujeción



¿QUE CONSTITUYE UNA BUENA MEZCLA DE HORMIGON?

Hoy día el material básico de construcción es el hormigón, y la ciencia de mezclar los varios ingredientes que componen el hormigón se llama diseño de mezclas.

Un mezcla correcta es aquella que produce un hormigón denso y fuerte, duradero y resistente a los elementos. Dicha mezcla es una receta equilibrada compuesta por cemento, áridos finos (arena), áridos bastos (piedra) y agua dulce.

Cemento. Como se ha descrito anteriormente, el cemento deberá ser cemento común de Portland o, mejor todavía, cemento resistente al sulfato, no más viejo de seis semanas.

Aridos finos. La arena deberá ser arena de playa lavada o áridos triturados procedentes de una cantera cercana. Cualquiera que sea el tipo de arena a utilizar, ésta no debe tener cantidades excesivas de sedimentos y polvo.

Aridos bastos. Los áridos de piedra no deben ser mayores de 50 mm y deben ser duros, impermeables (no porosos) y no tener cantidades excesivas de polvo. No se debe utilizar coral como árido debido a que es demasiado blando, poroso y contiene sal marina, que es nociva para las barras de acero que se utilizan como armazón.

Agua. El agua utilizada en la mezcla de hormigón debe ser agua dulce limpia libre de impurezas como sal.

PROPORCIONES DE CEMENTO Y ÁRIDOS

La proporción de cemento y áridos depende del grado de resistencia, impermeabilidad y durabilidad que se requiera. La experiencia ha demostrado que un hormigón tipo 1:2:4 (es decir, 1 kg de cemento por cada 2 kg de arena y 4 kg de áridos en forma de piedras) es adecuado para la construcción en general en términos de coste y de resistencia. Las mezclas utilizables más ricas en cemento que 1:2:4 como, por ejemplo, 1:1:2, son mucho más fuertes pero más caras, debido al mayor contenido de cemento.

En lugar de simplemente utilizar una mezcla más rica es por regla general más económico obtener la calidad de hormigón que se necesita mediante una cuidadosa graduación y mezcla de los áridos y el agua en una mezcla normal en la proporción de 1:2:4.

La mezcla de hormigón 1:2:4 por peso. Utilizando una bolsa normal de cemento de 50 kg como medida básica, una mezcla 1:2:4 por peso se convierte en un lote de 50 kg de cemento + 100 kg de arena + 200 kg de áridos bastos. Sin embargo, al no ser siempre posible pesar cantidades tan grandes de árido, normalmente se utiliza una mezcla equivalente por volumen.

Mezcla equivalente por volumen. A cada bolsa de cemento de 50 kg se le deberá añadir 0,07 m^3 de arena y 0,14 m^3 de piedra.

Mezcla por volumen. Para mezclar los materiales anteriormente descritos se debería construir para medida una caja de madera con las dimensiones interiores de 400 mm x 400 mm x 200 mm (Figura 59). Posteriormente se deberá introducir arena y áridos bastos con la ayuda de una pala y se pasará un rasero recto sobre el extremo superior de la caja.

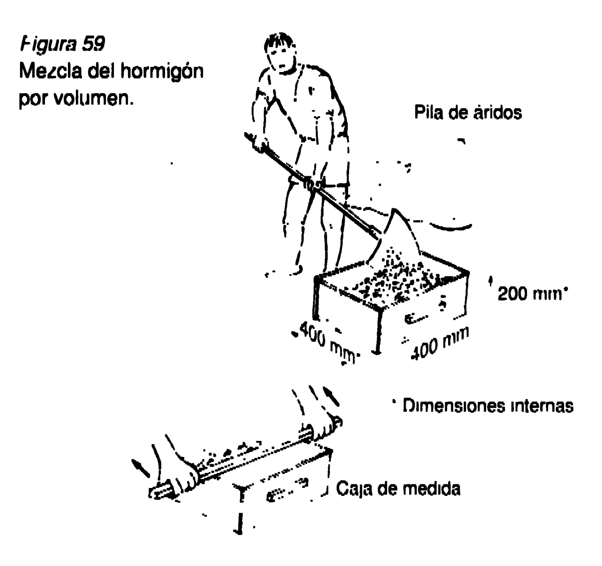


Figura 59
Mezcla del hormigón por volumen.

Cada caja nivelada contiene 0,035 m^3 de arena o agregados bastos. Por lo tanto una mezcla 1:2:4 es el equivalente a:

1 bolsa corriente de cemento de 50 kg
+
2 cajas de arena
+
4 cajas de áridos bastos

Según el tamaño de la hormigonera, la preparación de lotes o mezclas deberá obedecer a las proporciones anteriormente expuestas. Por lo tanto, si la hormigonera fuera de mayor tamaño, se deberán añadir 4 cajas de arena y 8 cajas de piedras por cada 2 bolsas de cemento.

Añadir agua

El grado de resistencia y manejabilidad del hormigón depende en gran medida de la cantidad de agua que se utilice en la mezcla. Para cada tipo de mezcla diferente hay una cantidad óptima de agua que produce un hormigón de máximo grado de resistencia.

Una cantidad menor que la óptima disminuye la manejabilidad del hormigón dejándolo demasiado rígido para trabajar. Una cantidad superior a la óptima aumenta su manejabilidad (haciendo que sea más fluido) pero disminuye su resistencia y durabilidad.

La cantidad óptima de agua está en función de:

- el origen y la calidad de los áridos (el hormigón con áridos porosos requiere más agua de lo normal);

Figura 60
Prueba de la manejabilidad del hormigón fresco

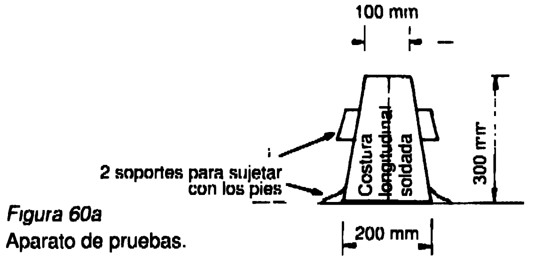


Figura 60a
Aparato de pruebas.



Figura 60b
Relleno con hormigón fresco.

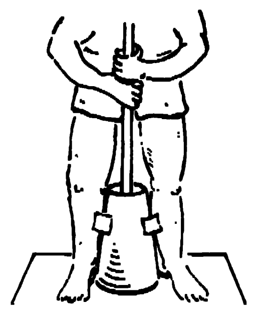


Figura 60c

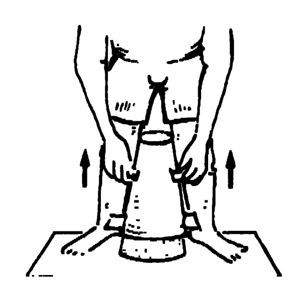


Figura 60d

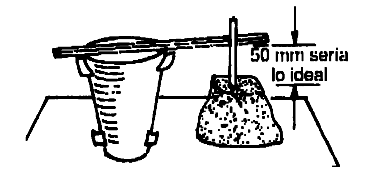




Figura 60e
Medición del asentamiento.

- la cantidad de sedimento o polvo presente en la arena;
- el grado de humedad de los áridos (los áridos requerirán menor cantidad de agua si hubieran estado expuestos a la lluvia el día anterior).

El método más práctico para estimar la cantidad óptima de agua que se requiere para obtener el hormigón más fuerte posible es realizar pruebas añadiendo agua poco a poco a la hormigonera y probando el hormigón como se describe a continuación.

Utilizando un trozo de placa de metal suave y delgada, se deberá construir primero un cono truncado y abierto en los extremos, como se muestra en la Figura 60a. Lo ideal sería que la costura esté soldada verticalmente a lo largo de uno de sus laterales, con dos asas soldadas en laterales opuestos y con una superficie interior muy suave. La superficie interior se deberá mantener bien lubricada para impedir que se oxide.

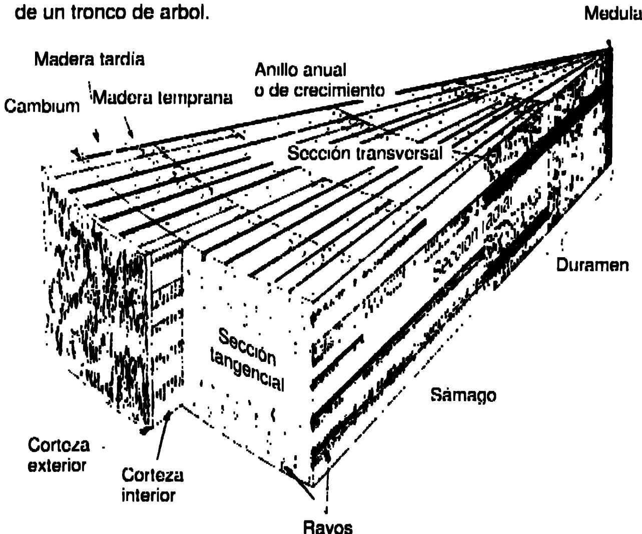
Cuando se haya añadido suficiente agua a la hormigonera para que el hormigón esté húmedo pero no rígido, se deberá rellenar el cono con hormigón en tres capas sucesivas y se deberá compactar a mano utilizando una barra de acero de 20 mm. Se nivelará el extremo superior con una paleta y se levantará el cono. Tan pronto como se levante el cono, el hormigón en forma de cono que se encontraba en su interior se hundirá o asentará como se muestra en la Figura 60. El asentamiento ideal a efectos prácticos es de 50 mm.

Si el hormigón no se llegara a asentar en 50 mm se le añadirá un poco más de agua y se volverá a repetir la prueba hasta que el asentamiento alcance 50 mm. Se deberá añadir agua en lotes de medio litro utilizando una lata de medir, pero no directamente por medio de una manguera. Consulte el Anexo 1 para más información sobre la manipulación y vertido del hormigón.

MADERA

La madera se corta y se trabaja a partir de árboles, que a su vez son el producto de la naturaleza y el tiempo. El hombre ha encontrado que la madera es un material económico y efectivo y continúa utilizándola en grandes cantidades. Sin embargo, las críticas dirigidas a la madera como material son una consecuencia de la mala utilización, por parte del hombre, de uno de los productos más importantes de la naturaleza. A diferencia de muchos otros materiales, especialmente aquellos que se utilizan en la construcción, la madera no se puede fabricar de

Figura 61
Seccion transversal de un tronco de arbol.



acuerdo con una especificación determinada; en su lugar, se debe intentar obtener el mejor partido posible del material ya producido, aunque es posible seleccionar tipos de madera con las propiedades más convenientes.

La durabilidad es un término que tiene significados diferentes para muchas personas; aquí se define en su sentido más amplio a fin de incluir la resistencia de la madera a los efectos nocivos del agua salada, a la corrosión de sus elementos de sujeción y al ataque de hongos e insectos.

El tronco de un árbol consta de dos secciones diferentes; la sección interior o duramen y la sección exterior o sámago (Figura 61).

En algunas de las maderas duras, el sámago se caracteriza por la presencia de vasos o poros de gran diámetro, con sólo unas pocas fibras presentes. El diámetro de los poros en el duramen es considerablemente más pequeño y la mayor parte del material consiste en fibras. No es, por lo tanto, sorprendente que sólo el duramen, con su bajo índice de porosidad, sea adecuado para el trabajo marítimo.

Perforadores marinos

La madera que se utiliza en agua marina o salobre (salada) está sujeta al ataque de animales marinos perforadores como el teredo y algunos crustáceos. Los perforadores marinos

Cuadro 1
Maderas resistentes a perforadores marinos

Continente	Fuente	Nombre común
Africa	Plantacion	Bilinga
Asia	Plantacion	Teca
Australia	Indigena	*Ironbark*
Australia	Plantacion	Eucalipto azul sureño
America del Sur y	Bosques pluviales	Corazon verde
America Central	Bosques pluviales	Louro rojo

Figura 62
Daños a pilones de madera causados por insectos perforadores.

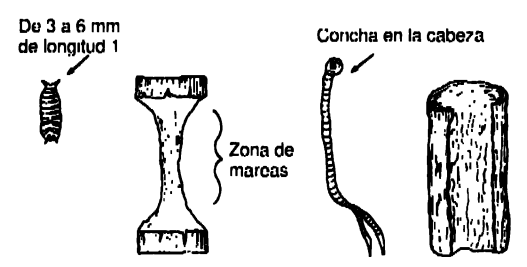


Figura 62a
Crustáceo de la madera y efecto «roloj de arena» en los pilones.

Figura 62b
Gusano teredo y pilón perforado internamente

están muy esparcidos, aunque son particularmente destructores en aguas tropicales (Figura 62). La mayor parte de las maderas no tienen un índice suficiente de resistencia a los perforadores marinos para utilizarlas sin la aplicación de un tratamiento previo. La Figura 62 muestra cómo los crustáceos y el teredo o taraza destruyen estructuras de madera.

Los tipos de madera que se relacionan en el Cuadro 1 están generalmente reconocidos como resistentes a perforadores marinos. Algunos tipos de madera particularmente resistentes se obtienen de bosques higrofíticos tropicales que están desapareciendo a gran velocidad. Estos bosques tropicales constituyen una fuente no renovable de madera y deberían protegerse de la explotación comercial. Por esta razón, se debe dar preferencia a las especies cultivadas en plantaciones, que constituyen un recurso renovable.

Además de ser muy densas y escasamente porosas, el dura-

men de estas especies también segrega sustancias tóxicas que las protegen de ataques; por lo tanto, se puede utilizar sin tratamiento alguno para la construcción de pilones marinos y muelles. En cambio, el sámago de las especies antes nombradas es más poroso y no posee las segregaciones tóxicas protectoras.

Para el trabajo marítimo es aconsejable utilizar madera impregnada a presión con sustancias preservantes. Los preservantes adecuados son la creosota de brea de carbón, las soluciones de creosota y brea de hormigón y las mezclas acuosas de cobre, cromo y arsénico. La experiencia ha demostrado que la madera dura largos períodos de tiempo cuando se ha impregnado a fondo con uno de los preservantes mencionados. Por esta razón, es mejor seleccionar una madera que sea fácil de tratar y posteriormente repetir el tratamiento (por inmersión) una vez se hayan cortado las secciones y se le hayan taladrado orificios. Debido a que las condiciones ambientales y los recursos madereros varían de un lugar a otro, se debería pedir consejo a la comisión u oficina de productos forestales más cercana sobre el tipo de madera renovable más conveniente para su empleo.

Durabilidad

La durabilidad en obras marinas se define en su sentido más amplio. La resistencia a la descomposición de la mayor parte de las maderas varía, e incluso trozos cortados del mismo árbol mostrarán a menudo notables diferencias en este sentido. Los tipos de madera se han clasificado en cinco niveles en función del rendimiento de su duramen en contacto con el suelo:

	Vida aproximada en contacto con el suelo
Muy duradera	Superior a 25 años
Duradera	De 15 a 25 años
Medianamente duradera	De 10 a 15 años
No duradera	De 5 a 10 años
Perecedera	Inferior a 5 años

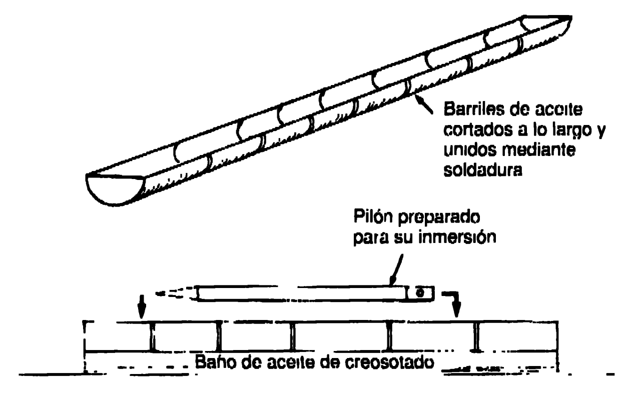
La madera en contacto directo con el mar o con agua salobre (por ejemplo, los pilones de muelles) debe estar constituida por duramen de una de las especies clasificadas como duraderas, bilinga o *ironbark* (Cuadro 2). La madera utilizada externamente pero no en contacto directo con el mar o con agua salobre (plataforma de los muelles) puede ser una madera duradera o medianamente duradera que previamente haya sido tratada con alguna sustancia preservante como pudiera ser el roble, castaño, pino de Oregón o pino negral.

Cuadro 2
Durabilidad de distintas maderas

Medianamente durade (10-15 años)	Duradera (15-25 años)	
Maderas duras		
Roble	Tola blanca	Afrormosia
Sapelli	Framiré	Tindalo
Seraya blanca	Caoba	Azobe
Nogal	Roble	Corazón verde
Caoba	Castaño	Iroko
		Eucalipto caoba
		Makoré
		Bilinga
		Teca
Maderas blandas		
	Aler	
	Pino	
	Pino	

La Figura 63 muestra una serie de barriles de aceite cortados a lo largo por la mitad y soldados entre sí para formar un baño alargado. Es necesario cortar primero las secciones de madera que se van a tratar al tamaño requerido y taladrar los orificios de empernado en los puntos correspondientes. La sección deberá entonces ser sumergida en un baño de creosota y brea de carbón durante por lo menos 24 horas. Después de la aplicación del tratamiento requerido se deberá dejar secar la madera antes de su manipulación.

Figura 63
Tratamiento en obra por inmersión.

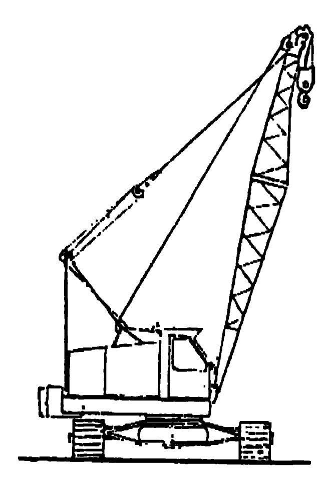


5. EQUIPO TIPICO DE CONSTRUCCION

Hay varios tipos de equipo disponible para obras en el mar. Sin embargo, el alto coste de adquisición sitúa la mayor parte de este equipo fuera del alcance de las pequeñas cooperativas, contratistas artesanales y pequeños contratistas de obras de construcción en general.

En esta publicación se presume que la mayor parte de la maquinaria pesada se obtendrá a través del gobierno o del ministerio de obras públicas, o contratistas locales. Antes de planificar la construcción de un proyecto marítimo sería de utilidad conocer de qué tipo y volumen de maquinaria de construcción se dispone en la vecindad de la aldea o del desembarcadero.

Figura 64
Grúa de desplazamiento sobre orugas.

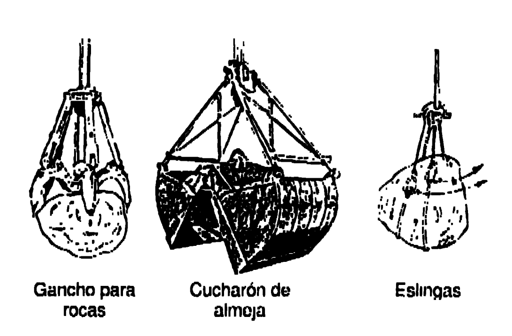


La Figura 64 muestra un típica grúa de desplazamiento sobre orugas. Como su nombre implica, una grúa sobre orugas se mueve hacia delante sobre orugas de acero. Este es el tipo más idóneo de grúa para la construcción de rompeolas debido a que es muy estable, no necesita patas de apoyo (los elementos estabilizadores que sobresalen del chasis en las grúas con ruedas de goma) y es menos dada a balancearse sobre una superficie desnivelada de escollera y caer al agua. La característica más importante es su capacidad nominal de izado, ya que ésta establecerá la distancia máxima a la que puede trabajar la grúa con una longitud de pescante determinada.

La Figura 65 muestra algunos elementos de izado que se pueden utilizar con una grúa de desplazamiento sobre orugas:

- Un gancho para rocas se utiliza para izar y colocar en su .io piedras de gran peso.
- Un cucharón de almeja utilizado normalmente para dragar

Figura 65
Accesorios de izado.



el fondo del mar. La mayor parte de los cucharones de almeja tienen un labio de metal dúctil (normalmente plomo) para que sean tan estancos al agua como sea posible; sin este labio, la mayor parte de los cucharones de almeja dejan escapar el agua y no se pueden utilizar para dragar arena fina, sedimento o barro. No se deben utilizar los cucharones de almeja para colocar peñascos en los rompeolas.

- Eslingas con un elemento de suelta rápida que permita al operador de la grúa soltar la piedra bajo la superficie del agua.

La Figura 66 muestra una grúa de desplazamiento sobre orugas con un accesorio de draga por arrastre. Un accesorio de draga por arrastre consiste en una cubeta que se arrastra sobre la tierra o sobre el fondo del mar para la realización de operaciones de dragado.

El accesorio de draga por arrastre solía ser la forma corriente de dragado cerca de la orilla hasta que se empezó a utilizar la excavadora hidráulica (una máquina mucho más pequeña y mucho más compacta para su transporte en largas distancias).

La Figura 67 muestra una excavadora hidráulica. Esta máquina es en la actualidad la base de las obras marítimas, ya que gracias a su capacidad de adaptación con ella se realizan la mayor parte de las mismas.

La mayor parte de estas máquinas ofrecen cubetas y longitudes de brazo intercambiables: para el trabajo marítimo normal se requiere un brazo de gran longitud con el máximo alcance posible.

Figura 66
Excavadora de cuchara de arrastre.

Rasqueta plana abierta

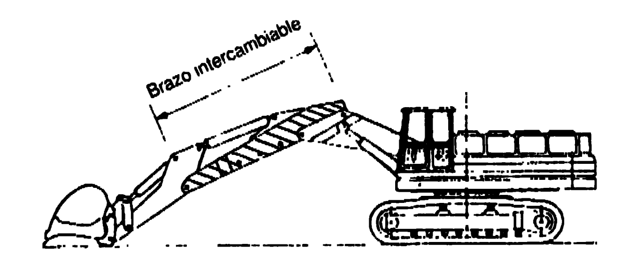


Figura 67
Excavadora hidráulica.

Figura 68
Draga de corte y succión.

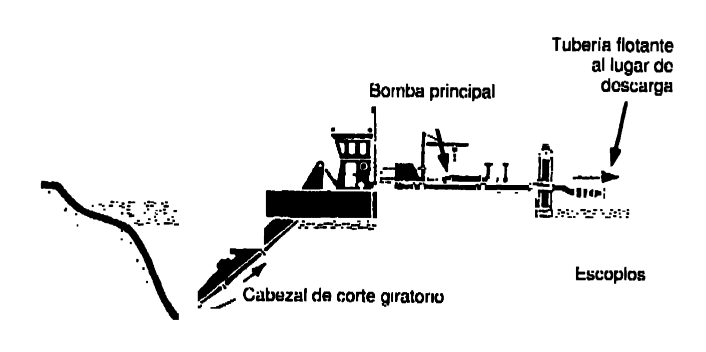
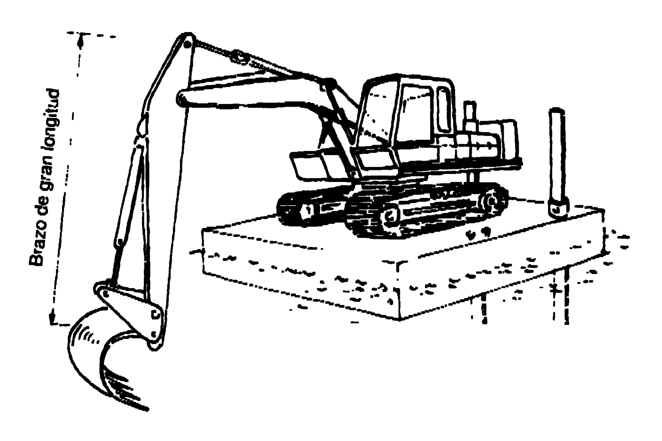


Figura 69
Excavadora montada
en una gabarra.

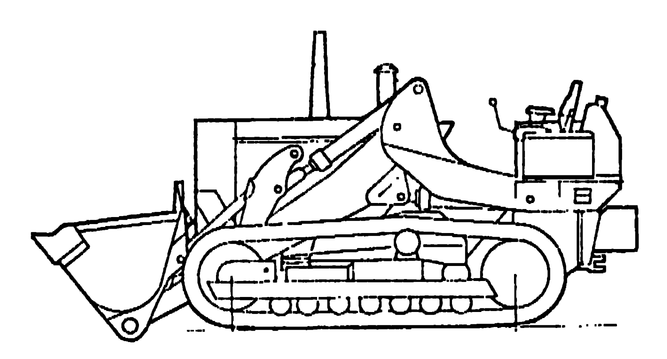


Las excavadoras hidráulicas también pueden ir montadas sobre gabarras especiales (Figura 69) para trabajar como dragas, en cuyo caso se debería adaptar una cubeta de gran tamaño al brazo de excavación.

La Figura 68 muestra una draga de corte y succión. Una draga de corte y succión consiste en una cortadora giratoria conectada a la tubería de succión: el elemento de corte corta a través de rocas blandas (como, por ejemplo, el coral) y la tubería de succión retira las rocas rotas a través de las tuberías y descarga el material dragado a una distancia determinada. Este equipo es muy costoso y no se debe utilizar a menos que sea necesario realizar vastas obras de dragado. Una draga de corte y succión desmontable (se puede desmontar en cuatro o más piezas para facilitar su transporte) no tiene elemento de propulsión alguno, por lo que su movimiento debe estar asistido por un remolcador o por una embarcación pesquera.

La Figura 69 muestra una excavadora hidráulica montada sobre un pontón de acero. Esta combinación de equipo resulta particularmente idónea para la realización de excavaciones poco profundas y trabajo marítimo en general. Antes de seleccionar o construir un pontón para una excavadora en particular, un ingeniero con experiencia deberá llevar a cabo cálculos de estabilidad con el fin de determinar la idoneidad de la gabarra para el tamaño de excavadora y el número y tipo de anclajes que se necesitarán para mantener la excavadora en su sitio. No se debe manejar la excavadora sin primero anclarla

Figura 70
Máquina explanadora.



de forma segura a la cubierta del pontón. Normalmente se requiere utilizar conjuntamente una segunda embarcación, o barcaza abierta, para que se lleve el material dragado.

La Figura 70 muestra una máquina explanadora, dotada de una cubeta o de una simple pala. Este tipo de máquina es necesaria cuando se deposita escollera en el mar para construir rompeolas debido a que con la ayuda de la máquina explanadora se mantiene nivelado el material que constituye el núcleo del rompeolas después de su depósito. Con esta descripción de una máquina explanadora se concluye la lista de los tipos más comunes de máquinas requeridas para construcciones marítimas. Un punto especial que debe tenerse en cuenta es que todas las máquinas se desplazan sobre orugas, en lugar de sobre ruedas de goma. Es una buena práctica lavar las orugas con agua dulce al final de la jornada laboral si éstas hubieran entrado en contacto con agua salada.

Si no se dispusiera de camiones volquetes de uso industrial, se pueden utilizar tractores y remolques normales de uso agrícola como camiones para el transporte de escollera, áridos o arena a la obra. Esto implica una considerable cantidad adicional de mano de obra, aunque este factor no debería representar un problema importante a nivel local de aldea. Los remolques deberían estar fabricados preferiblemente en acero y deberían estar protegidos en su interior con planchas de madera. La madera prolonga la vida útil del remolque al absorber los impactos de las piedras cuando se cargan en el mismo. Se debe tener mucho cuidado al atravesar la superficie desnivelada de un núcleo de escollera con vehículos que tengan todas las ruedas de goma.

Lo ideal es que el hormigón siempre se mezcle utilizando una hormigonera adecuada. Las hormigoneras las hay en

Figura 71
Tractor con remolque
o equivalente.

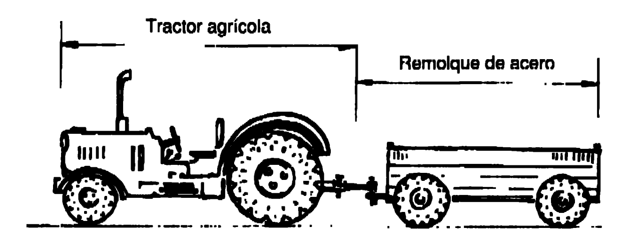
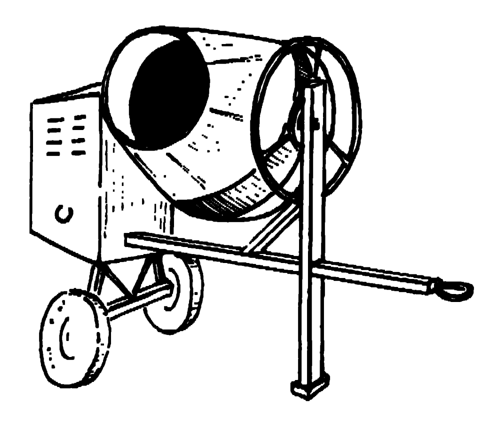


Figura 72
Hormigonera con motor de gasolina.



varios tamaños, dependiendo de la cantidad de hormigón fresco que se requiera. La hormigonera pequeña que se muestra en la Figura 72 bastaría para el uso normal de una aldea. Estas hormigoneras funcionan por medio de un motor impulsado por gasolina o diesel y, con el mantenimiento adecuado, proporcionan muchos años de servicio sin problema alguno. Se debe ejercitar mucho cuidado para mantener el tambor de mezcla limpio de hormigón endurecido, ya que su presencia perjudicaría la eficiencia de la operación de mezcla.

La Figura 73 muestra una gama completa de equipos que en algunos casos podría valer la pena adquirir y mantener para uso general en la aldea.

- Un pequeño compresor de aire accionado por un motor diesel, que se puede utilizar para alimentar herramientas neumáticas como cinceles, taladradoras, martillos, sierras, bombas, etc. Un compresor normal debería suministrar alrededor de 5 000 litros de aire por minuto. Para la realización de obras en el mar, las herramientas neumáticas accionadas por aire comprimido son más seguras que las herramientas eléctricas.
- Una unidad generadora y de soldadura accionada por un motor diesel portátil. Una unidad típica deberá suministrar alrededor de 12 kVA.
- Un vibrador para hormigón accionado por un motor de gasolina con una aguja vibradora de 150 mm de diámetro, de uso obligatorio para todos los tipos de obras de hormigón.
- Un compactador accionado por un motor de gasolina normalmente utilizado para compactar pavimentos y lechos de carreteras.
- Un pequeño torno utilizado para trabajos de hincado de pilones. El torno viene dotado de un martinete de caída libre que se puede soltar rápidamente para la realización de trabajos de hincado de pilones.

Figura 73
Gama de equipos de uso general.

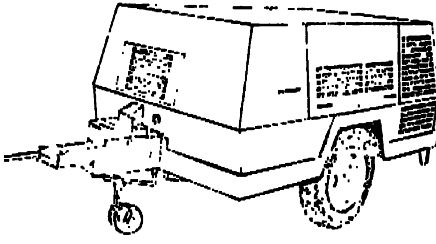


Figura 73a
Compresor.

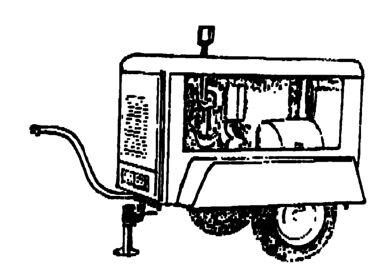


Figura 73b
Generador y equipo para soldar.

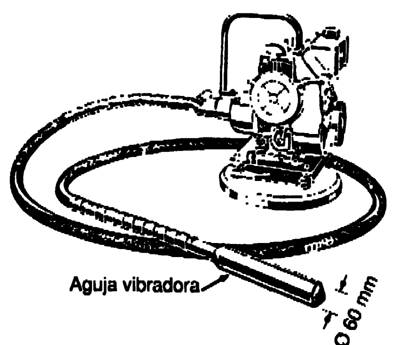


Figura 73c
Vibrador para hormigón.

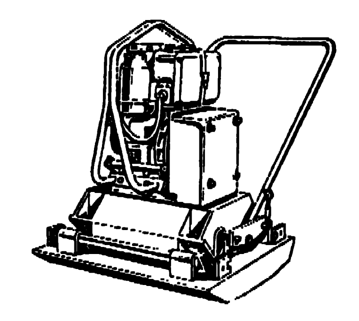


Figura 73d
Compactador.

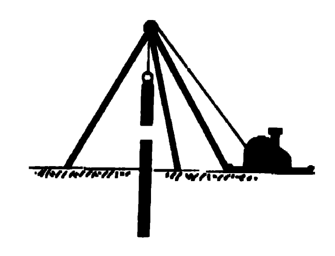


Figura 73e
Martillo pilón simple.

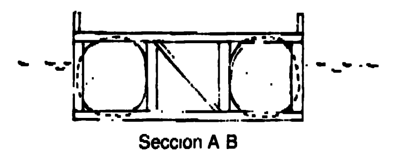
La Figura 74 muestra una plataforma flotante construida con barriles de aceite. Las plataformas flotantes se pueden construir también de madera con barriles de plástico como flotadores adicionales.

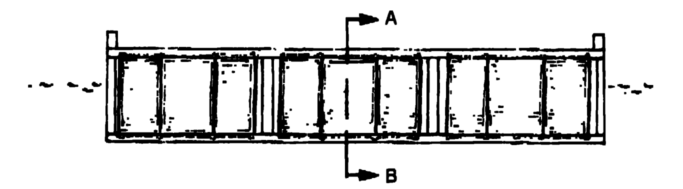
En caso de disponerse de un electrogenerador para soldar en obra, sería necesario construir una plataforma de acero soldado sobre barriles de aceite.

Las plataformas son elementos de uso general y se utilizan para transportar materiales y maquinaria ligera a lugares inaccesibles. Para las medidas de prevención de la corrosión se remite al Capítulo 8.

Otra herramienta útil es una unidad de corte de oxiacetileno que consta de una bombona de oxígeno y otra de acetileno montadas una al lado de la otra sobre un marco portátil. Generalmente se requieren dos bombonas de oxígeno por cada bombona de acetileno.

Figura 74
Plataforma flotante.





6. ACCESORIOS, SERVICIOS Y AYUDAS A LA NAVEGACION

Una vez construidos el rompeolas y los muelles o embarcaderos, se requieren varios componentes mecánicos menores para que el refugio pueda funcionar con eficacia y seguridad. Estos componentes se pueden dividir en tres grupos principales, según sea su función dentro del puerto:

- dispositivos de amarre;
- instalaciones de tierra;
- ayudas a la navegación.

Los dispositivos de amarre incluyen los bolardos, paragolpes de neumáticos, cuerdas de amarre y plomadas de fondeo. Las instalaciones de tierra incluyen la zona de reaprovisionamiento de combustible, el cabrestante del varadero, zona de descanso para los pescadores y de almacenamiento de redes y, a ser posible, unos puestos de venta y aseos. Las ayudas a la navegación consisten en dos linternas marinas (una roja y una verde) colocadas a la entrada del refugio pesquero. Podrían hacer falta también otras luces para marcar la presencia de canales de navegación o de arrecifes peligrosos.

ACCESORIOS Y SERVICIOS

La Figura 75 muestra un método simple de construcción de un bolardo de acero que se puede encastrar en hormigón. Tomando como base un tubo de acero de 100 mm de diámetro, se deberán cortar dos orificios a fin de permitir el paso a través de los mismos de una barra de acero de 20 mm de diámetro. Luego se deberán realizar unas ranuras en el extremo inferior del tubo a fin de aumentar su agarre dentro del hormigón. Una vez se haya insertado la barra a través del orificio, deberá asegurarse por medio de un punto de soldadura a cada uno de sus lados y a continuación debe rellenarse el tubo con hormigón. El bolardo se deberá encastrar entonces en el hormigón fresco, dejando unos 300 mm expuestos.

La anilla de amarre es una alternativa que resulta más económica que el bolardo de acero. Esta consiste en un trozo de barra de acero de 20 mm de diámetro doblado hasta formar una anilla y soldado, y sujeto en su sitio como se muestra en

Figura 75
Bolardo de tubo simple.

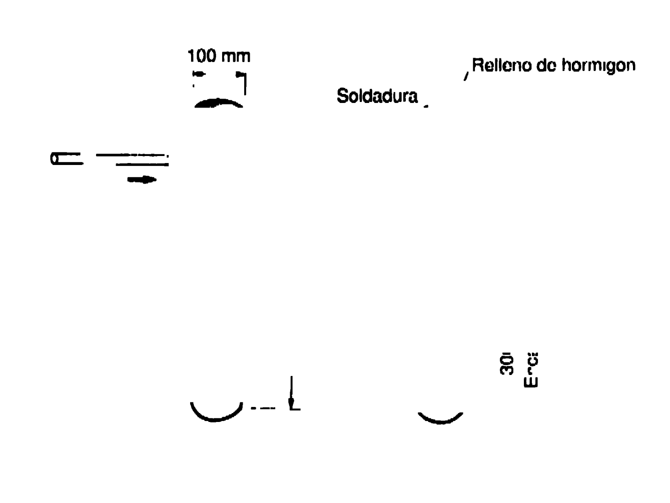
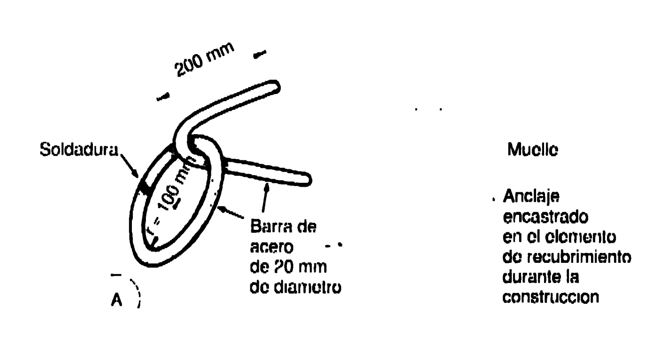
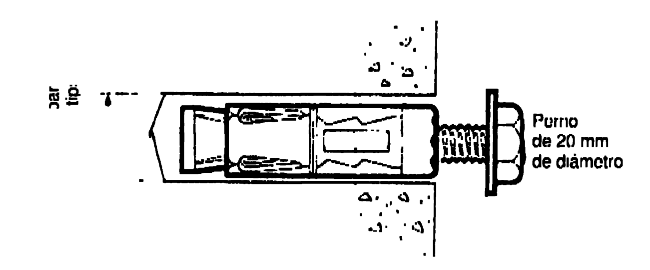


Figura 76
Anilla de amarre.

Figura 77
Pernos de anclaje (taladrados).





la Figura 76. La ventaja principal de la anilla de amarre sobre los bolardos convencionales es que mantienen el muelle libre de obstáculos. Tanto los bolardos como las anillas de amarre se deberían mantener a distancias no superiores a 5 m.

Todos los tipos de elementos de amarre a tierra fabricados en acero (bolardos de tubería y anillas de amarre) deberían estar protegidos contra la corrosión. Para los diferentes tipos de tratamiento consulte el Capítulo 8.

Siempre que sea posible, se deberán fijar parachoques al elemento de recubrimiento de un muelle duro a fin de evitar ocasionar daños a buques pesqueros. Se necesitarán pernos de anclaje para fijar los paragolpes al muelle.

Hay dos tipos de pernos de anclaje: uno que se utiliza en muelles donde el bloque de recubrimiento de hormigón ya existe, y otro para bloques de recubrimiento todavía no construidos.

El primer tipo de perno de anclaje es el perno tipo rawl (Figura 77) que se puede comprar en ferreterías especializadas. Primero se deberá taladrar un orificio en el hormigón ya existente y después se deberá insertar el perno. El elemento de agarre por fricción se activa al apretar el perno. Se recomienda un diámetro mínimo de 20 mm siempre que se utilicen cerca del mar, a fin de compensar el posible efecto de la corrosión.

El segundo tipo de perno de anclaje es el tipo que se puede fijar en lugares previamente determinados durante el proceso

Figura 78
Pernos de anclaje (preparados en obra).

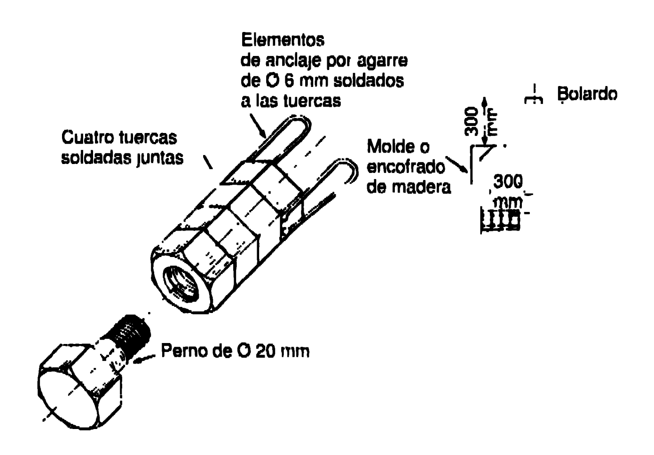
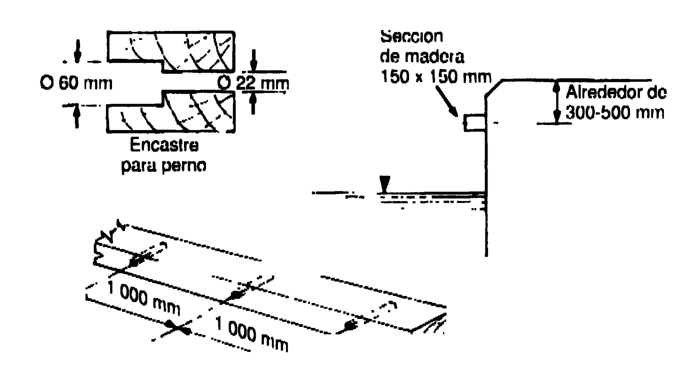


Figura 79
Paragolpes continuo de madera.

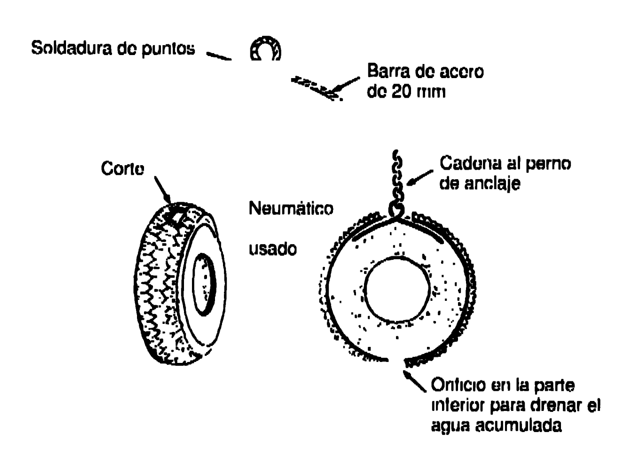


de construcción. Para construir el anclaje se deberán soldar juntas cuatro tuercas de 20 mm de diámetro y 6 elementos de anclaje por agarre de 6 mm de diámetro, como se muestra en la Figura 78.

Entonces se deberá marcar, en el encofrado externo, la posición en la que se requiere el perno de anclaje y se deberá taladrar un orificio de 22 mm de diámetro a través del molde. El anclaje se asegurará al encofrado con la ayuda de tornillos y echando hormigón a su alrededor. Una vez se retire el encofrado quedará un orificio limpio y sin obstrucción donde se podrá insertar el perno.

La forma más sencilla de construir un paragolpes es utilizando una tira continua de madera, como se muestra en la Figura 79. Este consiste en una tira de madera, con unas dimensiones aproximadas de 150 mm x 150 mm, a todo lo largo del muelle. Se podrá utilizar cualquier tipo de madera fuerte tratada como se describe en el Capítulo 4 siempre que la madera no esté en contacto con el agua del mar. La tira de madera deberá mantenerse en su sitio por medio de pernos de 20 mm de diámetro taladrados a intervalos de 1 m. Si la variación de las mareas fuera superior a 1 m se deberán colocar tiras verticales de madera a distancias aproximadas de 1 m.

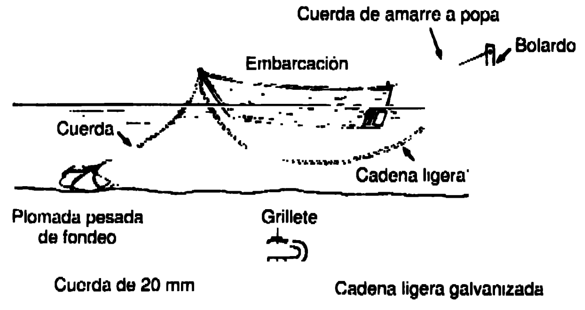
Figura 80
Paragolpes individuales.



Sólo se deberán utilizar maderas adecuadas para este fin, debido a que el extremo inferior de una tira de madera de dichas características quedaría necesariamente inmersa en el agua durante la pleamar.

Los neumáticos de coche usados son la forma más económica de proporcionar simples paragolpes. Para impedir que la cadena de suspensión del neumático rasque contra el costado de la embarcación se deberá fabricar una percha con una barra de acero de 20 mm de diámetro, que se insertará a través de un orificio realizado en la superficie superior del neumático colgado. El neumático paragolpes presentará así una superficie limpia de fricción cuando sea comprimido contra el costado de la embarcación.

Figura 81
Cable de amarre y plomada.



*La cadena se hunde al fondo cuando se suelta el amarre de proa

El paragolpes se colgará de un perno de anclaje asegurado al bloque de hormigón de recubrimiento.

La Figura 81 muestra una buena forma de organizar amarres en espacios congestionados sin la utilización de boyas o del ancla de la propia embarcación.

El amarre consiste en un tramo de cadena galvanizada ligera algo más larga que la embarcación a amarrar y asegurada al bolardo, unida a un largo adecuado de cuerda de entre 12 a 20 mm mediante un grillete en forma de «D». La pesada plomada de fondeo en la proa constituye el anclaje permanente al fondo del mar. A su llegada el pescador recoge el extremo de la cadena del bolardo y la sigue hasta llegar al grillete que asegura entonces a la popa. La proa se amarra directamente al bolardo. Cuando el pescador suelta su embarcación del punto

Figura 82
Punto de reabastecimiento de combustible.

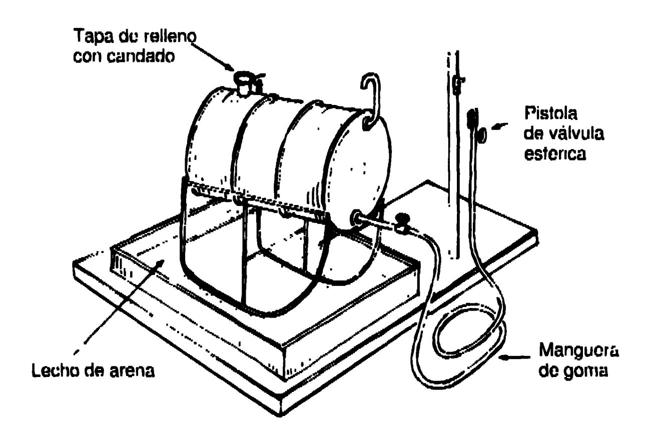
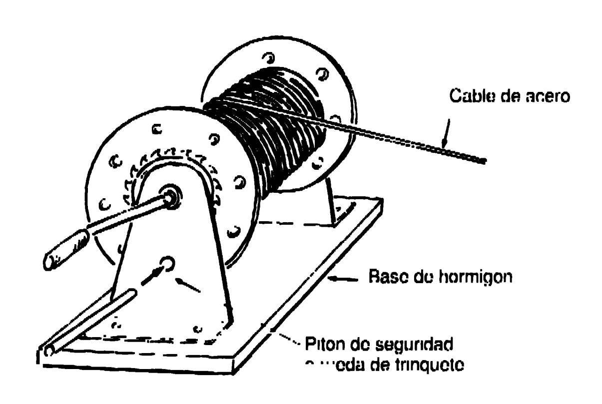


Figura 83
Cabrestante de varadero.



de amarre la cadena se hunde hasta el fondo sin llegar a afec tar a las hélices de la embarcación.

Para evitar la contaminación se deberá establecer un punto central de reabastecimiento de combustible como se muestra en la Figura 82. Se deberá construir una base de hormigón de un grosor aproximado de 200 mm y con un muro de contención alrededor de su zona central. La función de este muro consiste en recoger todo el combustible si el tanque llegara a tener fugas. La válvula principal deberá ser una válvula de paso directo fabricada de bronce (con un candado) y la pistola de suministro deberá ser del tipo de válvula esférica sin juntas de goma (los grifos normales de suministro de agua no son apropiados). El extremo final de la manguera se deberá colocar más alto que el nivel máximo del combustible dentro del tanque, a fin de impedir escapes accidentales. Se deberán depositar cubos de arena cerca del tanque con el fin de verterla en caso de escapes de combustible.

La mejor forma de aumentar la eficacia del varadero consiste en instalar un simple cabrestante de manejo manual, como el que se muestra en la Figura 83. Se deberá anclar a una base resistente de hormigón y se le debería instalar una rueda de trinquete dentada a fin de impedir deslizamientos accidentales. También se debería utilizar un pitón de seguridad para bloquear el tambor en su posición.

Aunque los cabrestantes se pueden confeccionar localmente, hay cabrestantes de acero disponibles de varias procedencias, por lo que se deberá considerar la posibilidad de adquirir uno a nivel de aldea.

Figura 84
Suministro de agua potable.

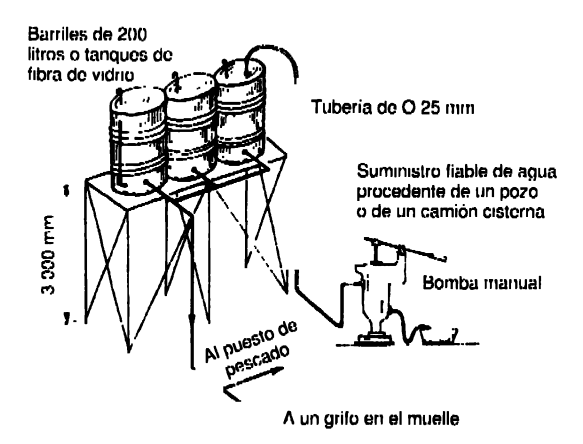
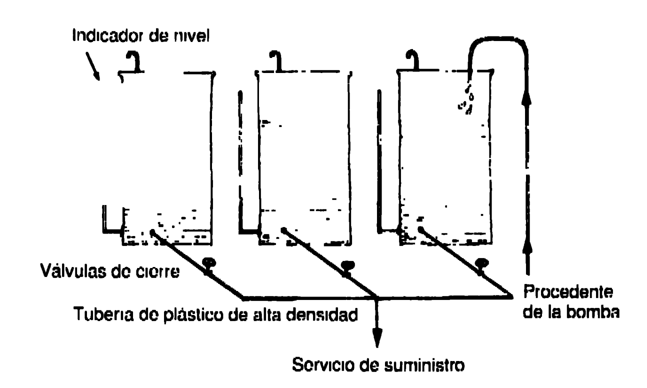


Figura 85
Depósitos de agua interconectados.



Debería disponerse de agua potable corriente en todos los refugios pesqueros para la utilización personal de los pescadores y para las instalaciones sanitarias. La Figura 84 muestra una sencilla distribución del suministro de agua corriente. Para la realización de la misma se deberán elevar barriles de 200 litros de capacidad sobre un andamio a una altura de por lo menos 3 m sobre el nivel del suelo y se bombeará agua a los mismos por medio de una bomba manual que saque agua potable de una fuente segura de suministro como un pozo o un camión cisterna. También se pueden utilizar bidones de fibra de vidrio o de plástico como tanques de suministro de agua.

Los barriles de 200 litros de capacidad (número de tanques necesarios según el número de instalaciones previstas) pueden estar fabricados en acero galvanizado o plástico (fibra de vidrio) pero todas las tuberías deberían estar fabricadas preferiblemente en plástico o PVC rígido. La Figura 85 muestra cómo se deben interconectar los varios depósitos a fin de proporcionar un mayor suministro de agua potable. Cada uno de los depósitos cuenta con un orificio de ventilación y un grifo de cierre que permite aislarlo del resto para su limpieza sin necesidad de interrumpir el suministro de agua.

La Figura 86 muestra la distribución necesaria para sumi-

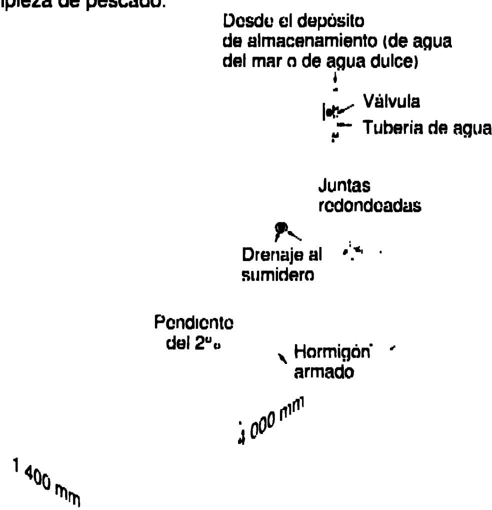
Figura 86
Suministro de agua del mar por tubería para desembarcadero de playa.

nistrar agua corriente procedente del mar a un desembarcadero aislado de playa, apropiada para lavar el pescado y para la higiene personal básica.

El factor más importante que hay que tener en cuenta en estos casos es que el agua del mar corroe el acero con mucha rapidez a menos que éste haya sido tratado con recubrimientos de muy alto coste. La mejor forma de eliminar los problemas relativos a la corrosión del acero es sustituir los elementos de acero por otros fabricados en plástico siempre que sea posible. Los elementos de acero inoxidable son muy caros y deben quedar limitados a elementos críticos como el grifo de válvula esférica (fabricado en bronce y teflón).

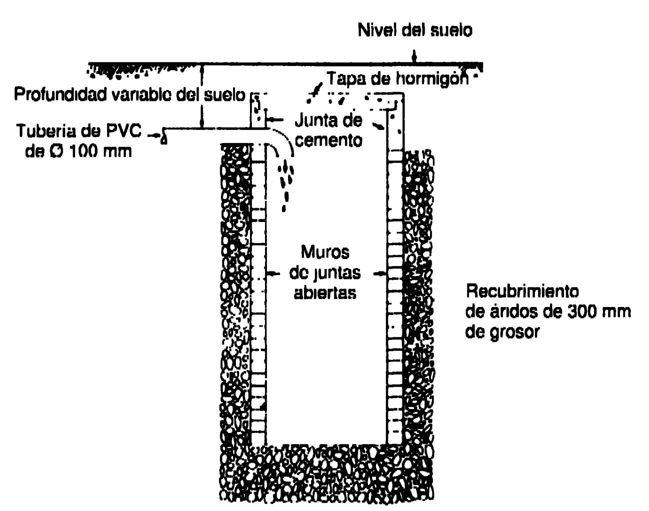
Las tuberías de succión y de presión deberán estar fabricadas en PVC, el depósito de almacenamiento de agua de fibra de vidrio y se deberá adecuar la bomba manual al bombeo de agua del mar mediante su galvanizado. En las zonas en que la costa sea arenosa, la manguera de succión puede estar sujeta a un pilón de muelle o al rompeolas o bien se puede hundir en la arena conectada a un drenaje de arena. Se debe tener mucho cuidado al construir el drenaje de arena (un barril agujereado relleno de áridos entre finos y bastos) debido a que la arena que pueda entrar en la bomba debido a la fuerza de la succión de la misma llegará a dañar la válvula de accionamiento. Es aconsejable utilizar un simple sifón desarenador.

Figura 87
Puesto de limpieza de pescado.



Tubería de PVC de 100 mm de diámetro para drenaje al sumidero (agua del mar) o al tanque séptico (agua dulce)

Figura 88
Sumidero.

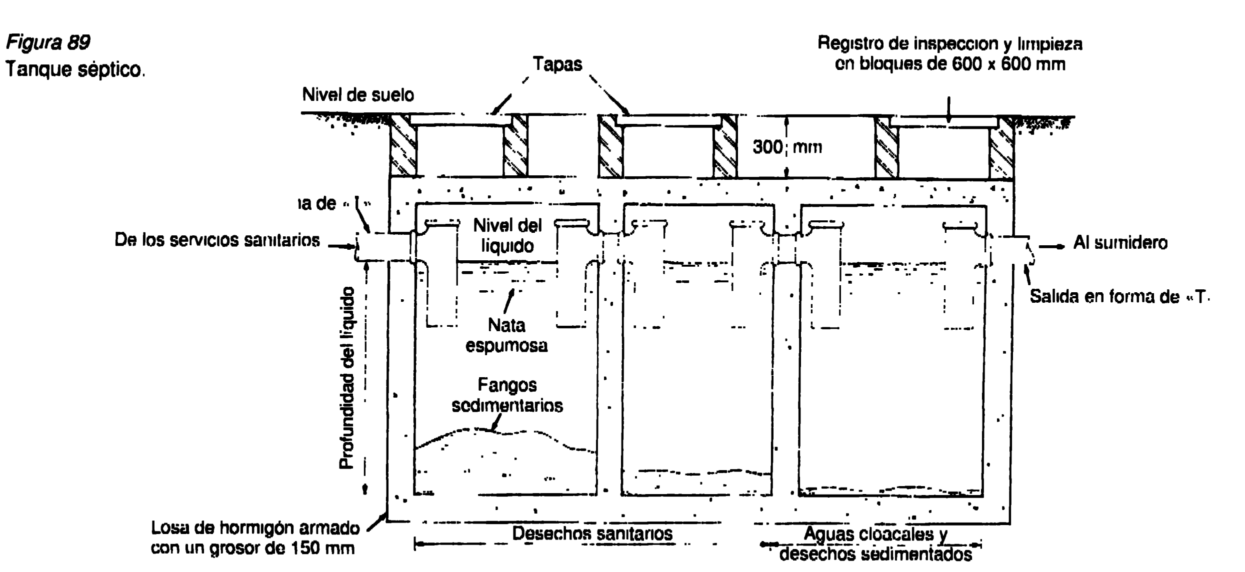


La Figura 87 muestra un sencillo puesto de limpieza de pescado construido en hormigón. Una tubería de plástico perforado recorre la parte superior del puesto y, mediante una válvula apropiada (de plástico o de acero inoxidable), proporciona agua corriente procedente del mar o agua dulce procedente de un depósito de almacenamiento. Para evitar contaminar la zona del refugio, el agua que se desagua del puesto (y que contiene sangre) debe ser llevada a un sumidero si se utiliza agua del mar o, aún mejor, a un tanque séptico si se utiliza agua dulce (Figura 90).

La Figura 88 muestra un sumidero típico, que es la forma más efectiva de drenar a la tierra el efluente biológicamente contaminado. Se corre, sin embargo, un gran riesgo de contaminar las aguas freáticas (del subsuelo) si el sumidero está demasiado cerca de la fuente de suministro de aguas subterráneas como, por ejemplo, un pozo somero de extracción de agua.

Como norma general, en las partes arenosas de muchas costas, los sumideros deben quedar limitados a la zona del

Figura 89
Tanque séptico.



refugio pesquero, lejos de los pozos que suministran agua a la aldea. Los sumideros no se pueden utilizar en los terrenos arcillosos. Los efluentes procedentes de los puestos de limpieza y despiece de pescados y de los servicios sanitarios deberían, de hecho, ser previamente tratados por medio de un tanque séptico antes de su drenaje en un sumidero, a menos que se utilice agua del mar.

Los tanques sépticos son cámaras rectangulares con dos o tres compartimientos separados y normalmente enterrados por debajo del nivel del suelo, que reciben las aguas contaminadas de los puestos de limpieza de pescado y de los servicios sanitarios (cuartos de baño) (Figura 89).

Después de un filtrado basto a través de una criba de sumidero, los efluentes quedan retenidos dentro de los compartimientos durante un período de entre uno a tres días. Durante ese período, los elementos sólidos en suspensión se depositan por sedimentación en el fondo del tanque, donde son atacados y digeridos por bacterias.

El resultado de esto es que el volumen de los fangos sedimentarios queda muy reducido y el efluente resulta asimismo clarificado. Si el refugio pesquero es lo suficientemente grande como para justificar la construcción de un tanque séptico, o si el refugio se encuentra tan cerca de los pozos de suministro de agua dulce de la aldea que se necesita un tanque séptico

como medida de protección contra la contaminación, entonces todo el sistema de agua de drenaje debería utilizar agua dulce, en lugar de agua del mar. A diferencia del agua del mar, el agua dulce mantendrá el tanque séptico funcionando al nivel máximo de eficacia, asegurando que la capacidad contaminante del efluente que sale del tanque séptico sea mínima. Se debería recabar asistencia técnica por lo que respecta a las dimensiones y especificaciones del tanque séptico.

La Figura 90a muestra una distribución típica de desembarcadero de playa, con el sumidero cercano al puesto de limpieza de pescado y con empleo de agua del mar. Esta distribución se deberá utilizar sólo si la aldea se encuentra a una distancia de por lo menos 100 m.

La Figura 90b muestra una distribución similar para un puesto de limpieza de pescado situado muy cerca del pozo de suministro de agua potable de la aldea. En este caso, sin embargo, el sumidero se debe situar tan lejos del pozo como sea posible.

La Figura 90c, en cambio, muestra una distribución completa para una combinación de refugio/aldea pesquera, que requiere la instalación de un tanque séptico. El efluente procedente del puesto de limpieza de pescado pasa a través de la criba de sumidero y al tanque séptico a través de un colector. El efluente procedente de los servicios también pasa al tanque séptico vía otro colector. El efluente de los lavabos, sin embargo, se lleva a un sumidero diferente a fin de impedir la entrada de detergentes al tanque séptico. Esta distribución debe hacerse funcionar sólo con agua dulce. Lo ideal sería que las tuberías estuvieran fabricadas en PVC y tener pendientes de entre el 2 y el 4 por ciento.

Para poner en marcha el proceso biológico en el tanque séptico se deberá insertar un trozo de carne podrida en la primera cámara. También se pueden comprar granulados especiales.

La Figura 91 muestra un cobertizo de usos generales hecho

Figura 90
Diferentes sistemas de drenaje de las aguas.

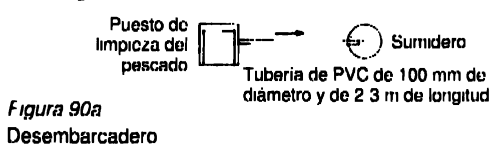


Figura 90a
Desembarcadero típico de playa

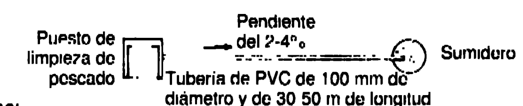


Figura 90b
Aldea de pescadores.

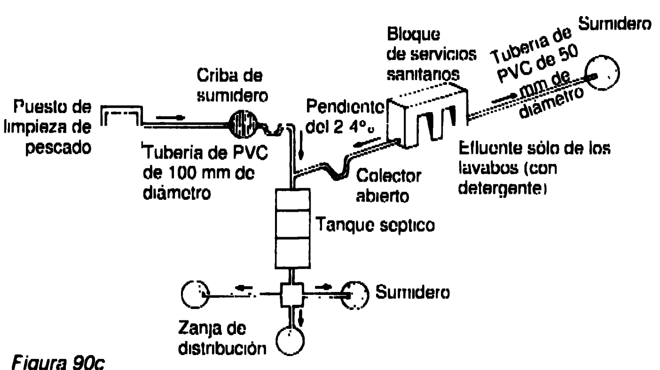


Figura 90c
Refugio de pesca y aldea combinados.

de madera. La estructura básica del cobertizo consiste en pilones de madera de 150 mm de diámetro hincados en el suelo y unidos a varios niveles por travesaños de madera. Cuenta también con cerchas de madera que soportan chapas de material galvanizado o de amianto o techos fabricados con materiales locales. Si no se pudieran hincar los pilones de madera en el suelo se deberán fabricar bloques de cimentación de hormigón alrededor de la base.

Toda la madera utilizada en el cobertizo debería estar tratada como se describe en el Capítulo 8 a fin de proteger la estructura de un posible ataque de insectos. Todos los elementos de sujeción deberán estar fabricados en acero galvanizado.

El cobertizo de madera se puede utilizar para una amplia variedad de usos como, por ejemplo, almacén, construcción de embarcaciones, lonja de comercialización de pescados o cooperativa de pescadores. Si se fuera a utilizar el cobertizo como una lonja de comercialización de pescados se recomienda el seguimiento de las especificaciones adicionales que se dan a continuación (Figura 92):

- el piso del cobertizo se inclina hacia afuera con una pendiente aproximada de 1:80;
- el suelo consiste en una losa de hormigón con un grosor de 200 mm y una terminación fina a fin de impedir que la sangre empape el suelo. Hay compuestos especiales de terminación de superficies basados en epoxi para lonjas de pescado;
- las columnas de pilones de madera se protegen alrededor de su base con hormigón a fin de impedir que la putrefacción por humedad destruya la base de los pilones;
- el piso drena hacia afuera en un drenaje periférico que conduce a un sumidero, si se utiliza agua del mar para lavar el pescado, o al tanque séptico, si se utiliza agua potable.

Con las recomendaciones anteriores se podrá lavar la lonja de pescado fácilmente con la ayuda de una manguera sin causar daños a los pilones de madera.

Almacenamiento en frío y hielo. En climas cálidos, las capturas recién pescadas se echan a perder con mucha facilidad, reduciendo así el valor de la pesca. Dicho deterioro puede ser impedido o retrasado mediante ahumado (apropiado sólo para ciertos tipos de pescado) o por medio de algunos tipos de tratamiento en frío. El ahumado requiere grandes cantidades de madera procedentes de árboles que están desapareciendo con gran rapidez y que en el futuro requerirán fuentes renovables (plantaciones).

El método alternativo de preservación es por enfriamiento. A bordo de pequeñas embarcaciones pesqueras se puede lograr dicho enfriamiento utilizando hielo triturado almacenado en heladeras especialmente fabricadas. En un puerto pesquero, el hielo (en forma de bloques o de copos) normalmente se fabrica *in situ* con una máquina de fabricación de hielo.

La planificación de la instalación de una fábrica de hielo o de una cámara congeladora son sumamente complejas y se deben dejar en manos de los especialistas en la materia. Además, los altos costes del equipo y de los elementos fungibles podrían no justificar la realización del esfuerzo si no hay acceso a buenos mercados y los pescadores no pueden comercializar sus capturas a un precio más alto.

Podría ser más efectivo, desde el punto de vista de su coste, adquirir hielo ya triturado de proveedores comerciales y almacenarlo en cámaras de conservación en el puerto para su venta a pescadores, procesadores de pescado y a particulares.

AYUDAS A LA NAVEGACION

Los puntos distintivos y salientes están iluminados por la noche en casi todas las costas y en los lugares de peligro situa-

Figura 91
Cobertizo de madera.

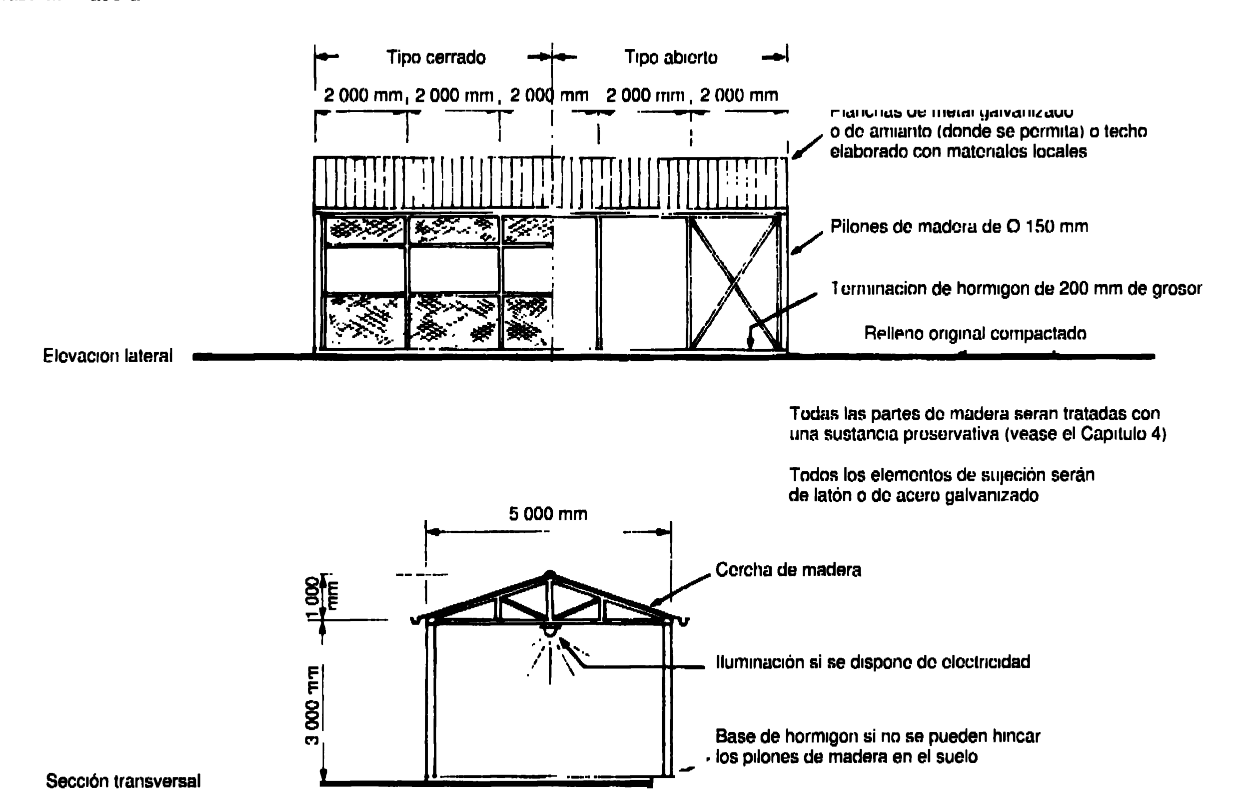
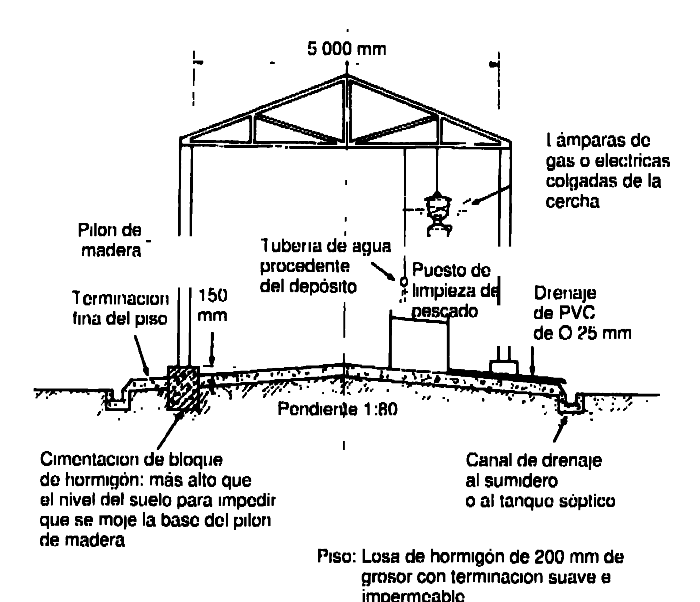


Figura 92
Mercado cubierto



dos fuera de éstas. Estas luces pueden estar divididas en tres tipos:

- Luces de recalada y faros, que son siempre de gran potencia y son normalmente visibles desde largas distancias.
- Luces de posición, que tienen también una potencia considerable, pero su función principal consiste en indicar la posición de la bocana de un puerto o de un promontorio.
- Ayudas iluminadas a la navegación, que comprenden las boyas iluminadas que marcan la existencia de un encalladero o roca separada de la costa o de un canal navegable.

Todas las luces, boyas y señales deberán ajustarse a las especificaciones correspondientes a luces y formas definidas por las leyes de puertos y navegación del país del que se trate.

Las luces se distinguen unas de otras por su carácter, color y período.

Carácter. Una luz puede ser fija, parpadeante o de ocultación (una luz fija o constante que queda eclipsada o cubierta a intervalos regulares). Las boyas luminosas casi siempre llevan luces parpadeantes o de ocultación a fin de poder distinguirlas de las luces de posición de los buques fondeados.

Color. El color de una luz debe ser blanco, a menos que se especifique lo contrario. Las luces de posición son normalmente rojas (costado izquierdo o de babor) y verdes (costado derecho o de estribor).

Período. El período de una luz es el intervalo existente entre el comienzo de fases sucesivas. En una luz sencilla de parpadeo, el período es el intervalo de tiempo entre un destello y el siguiente: en un sistema de grupo de destello es el intervalo existente entre el comienzo de una fase completa y el comienzo de la fase siguiente.

Antes de instalar cualquier tipo de luces se deberá informar a la oficina estatal correspondiente (a la marina, guarda costera o ministerio de obras públicas) a fin de que se tomen las medidas del caso para revisar las cartas marítimas actuales de la zona.

La Figura 93 muestra una linterna marina fabricada en polietileno de alta densidad, también llamado «plástico pesa-

Figura 93
Pequeña linterna marina.

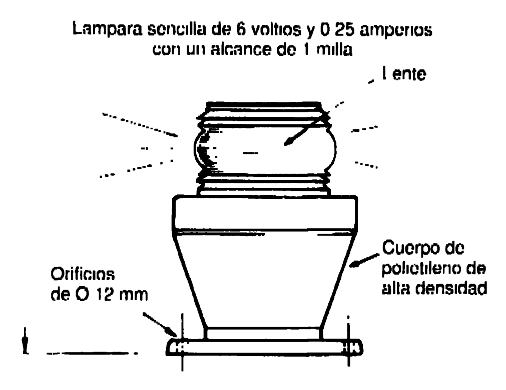
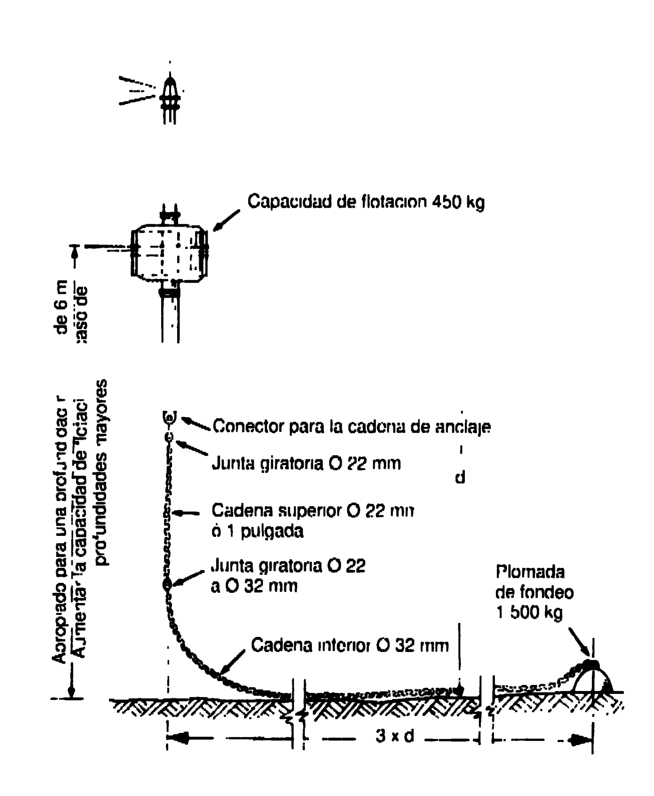


Figura 94
Fondeo mar adentro de boya indicadora.



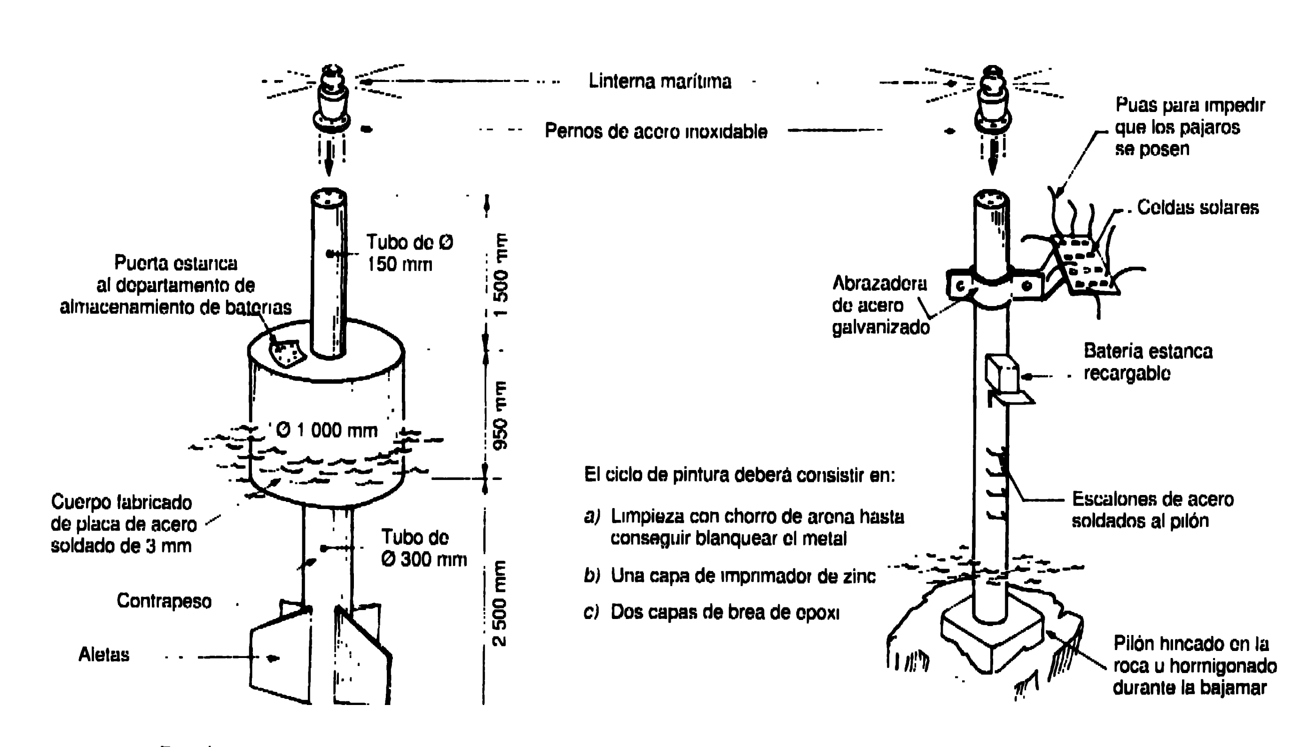
do». El plástico normal se descompone cuando queda expuesto a la luz solar (la radiación ultravioleta quiebra el plástico), por lo que se debe evitar su uso. La mayor parte de las linternas vienen también con cuatro pernos de acero inoxidable para su fijación, así como una placa sensitiva a la luz que enciende la linterna automáticamente al anochecer y la apaga cuando llega el amanecer.

Las linternas más sofisticadas vienen con un cambiador automático de bombilla que puede sustituir automáticamente hasta seis bombillas fundidas. La visibilidad de la luz emitida por una de estas linternas depende de la potencia de la bombilla y de su altitud por encima del nivel del mar.

En el mar o en los canales de navegación, las linternas están normalmente montadas sobre una boya flotante (Figura 95) anclada (Figura 94).

Figura 95.
Boya flotante.

Figura 96
Baliza fija.



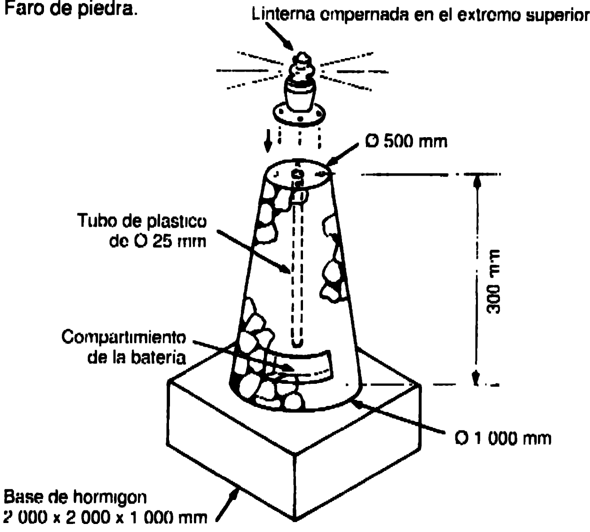


Figura 97
Faro de piedra.

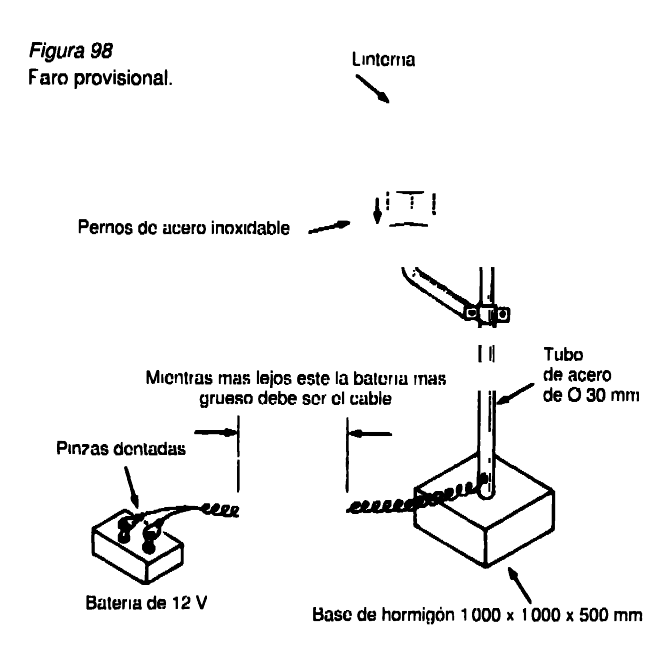


Figura 98
Faro provisional.

En las zonas sujetas a mareas, donde las rocas podrían quedar expuestas durante los períodos de bajamar, se podría instalar un dispositivo marcador de mareas como se muestra en la Figura 96.

Las Figuras 97 y 98 muestran dos formas de construir faros sencillos para las bocanas de puertos. Una torre de piedra se puede fabricar con rocas disponibles localmente, unidas con cemento. Un tubo de PVC de 25 mm de diámetro encastrado en su interior lleva a un compartimiento donde están las baterías. Este compartimiento debería estar orientado hacia el lado contrario al mar y debería tener instalada una puerta apropiada hecha de placa galvanizada o de aluminio para proteger la batería de automóviles de 12 V que se requiere para hacer funcionar la luz.

La Figura 98 muestra un arreglo o solución provisional para una torre de luz pero con la batería almacenada a larga distancia de la torre. En este caso se debería tener mucho cuidado en la selección de los cables de alimentación debido a que la caída de voltaje en un cable largo y delgado es considerable y la batería necesitará ser recargada con frecuencia. El cable debe ser tanto más grueso cuanto mayor sea la distancia.

7. MANTENIMIENTO DEL REFUGIO

Un refugio de pesca, sea cual sea su tamaño, generalmente requiere un mantenimiento periódico para que siga funcionando correctamente.

El mantenimiento de refugios se puede dividir en dos epígrafes principales.

- El control ambiental de fenómenos que ocurren de forma natural. Este tipo de mantenimiento incluye las labores de dragado (podría haber sedimentación de arena que obstruyera periódicamente la bocana del refugio), algas flotantes y derrelicto.
- El control de las medidas contra la contaminación del esfuerzo pesquero. Este tipo de mantenimiento cubre la recogida y correcta eliminación de desechos líquidos y sólidos generados por el colectivo pesquero.

DRAGADO

Si un refugio está situado en una costa arenosa podría estar expuesto a sedimentación periódica que, en la mayoría de los casos, requiere la realización de labores de dragado. El dragado es una operación muy costosa e implica la rápida retirada de arena acumulada empleando para ello medios mecánicos.

Antes de realizar cualquier labor de dragado se requiere normalmente una estimación bastante precisa del volumen de material que ha de dragarse. La mejor forma de hacer esto es dibujar un mapa de cuadrículas de los sondeos en la zona del refugio y sus alrededores (véase el Capítulo 2) y actualizarlo cuando sea necesario (cada seis meses o cada año). Entonces se deberá calcular la cantidad de material depositado a fin de determinar el mejor tipo de equipo de draga utilizable.

Arena suelta. Para cantidades muy pequeñas de arena, en la zona cercana a tierra, de unos 1 000 m cúbicos o menos, se debería considerar la posibilidad de utilizar una bomba sumergible apropiada para elementos sólidos en suspensión o una excavadora hidráulica que opere desde un promontorio de material núcleo (véase el Capítulo 3) depositado con ese fin y trabajando hacia atrás en dirección a tierra, recogiendo a su paso tanto la arena que se ha de dragar como el material núcleo.

La bomba sumergible funciona normalmente con aire comprimido y puede instalarse en un buque pesquero si la zona que se va a dragar se encuentra retirada del muelle.

El tamaño y presión de funcionamiento del compresor determinará la profundidad máxima de trabajo de la bomba.

Para grandes cantidades de arena (entre 1 000 y 10 000 m cúbicos), distribuidos a lo largo de una gran superficie, se debería considerar la posibilidad de utilizar una máquina excavadora montada sobre pontones. La profundidad de funcionamiento dependerá de la longitud del brazo de la máquina excavadora.

La extracción de grandes cantidades de arena debería ser realizada por contratistas profesionales de dragado que se sirven de dragas de succión.

En todos estos casos se deberá estudiar cuidadosamente la zona donde se va a depositar la arena dragada, a fin de impedir que las corrientes vuelvan a transportarla al lugar de donde se extrajo.

Arena cementada, coral y arcilla. Ante la presencia de depósitos de arena ligeramente cementada (piedra arenisca débil), coral y coralina así como de arcilla, normalmente se necesitará una draga de corte y succión como la que se muestra en la Figura 68 para romper el material antes de bombearlo para su retirada.

Para cantidades muy pequeñas, podría ser suficiente una máquina excavadora hidráulica equipada con una cubeta dentada muy estrecha.

Roca dura y cantos rodados. Generalmente un lecho marino rocoso no se puede dragar de forma económica. Sin embargo, tanto los crespones rocosos como algunas rocas podrían ser destruidos previamente con explosivos para luego dragarlos.

Algas marinas. Las presencia de algas se produce de dos formas diferentes: pueden ser nativas de la zona donde está localizado el refugio o podrían ser traídas como derrelicto por los vientos o las corrientes. Si las algas son nativas de la zona, será necesario dragar el refugio a fin de limpiar la zona de raíces. Podría hacer falta repetir este trabajo con frecuencia a fin de impedir un nuevo crecimiento de algas. Sin embargo, se debería pedir consejo al ministerio de agricultura y pesca con anterioridad a arrancar algas nativas por si éstas realizaran alguna importante función biológica como el suministro de alimentos o sirvieran de zona de reproducción para especies locales de peces. Las algas muertas se pueden atrapar en redes tendidas en la bocana de un puerto durante ciertas épocas del año o se pueden recoger manualmente en la playa después de una tormenta.

El dragado con el empleo de otros medios no es económico y requiere mucho tiempo debido a que las algas tienden a obstruir la mayor parte de las piezas mecánicas en movimiento.

Derrelicto y desechos voluminosos. Además de las algas muertas, el derrelicto puede consistir también en maderas o cañas traídas con la corriente de un río durante épocas de crecidas; además, un puerto podría contener también basuras artificiales generalmente arrojadas por la borda como neumáticos viejos, trozos de cuerdas viejas, latas de aceite, baterías, etc.

La limpieza de un refugio una vez ha entrado derrelicto puede constituir un trabajo muy laborioso y habría que pensar en tender una red de pesca en la bocana del refugio cuando el viento sopla de direcciones que se sabe traen grandes cantidades de desechos flotantes.

Las basuras artificiales, por otra parte, sólo pueden ser recogidas manualmente utilizando un submarinista o ser dragadas con la ayuda de una grúa equipada con cucharón de almeja. Las dos soluciones son caras y resultarían innecesarias si la capitanía de puerto mantuviera una estricta vigilancia del cumplimiento de las leyes sobre vertido de desechos.

CONTROL DE LA CONTAMINACION

La contaminación dentro de los refugios pesqueros y alrededor de los mismos se puede dividir en tres grupos principales:

- Contaminación visible de las aguas del puerto por escapes de combustible o la descarga de aguas residuales sin tratar, lo que repercute visiblemente en la calidad del agua.
- Contaminación invisible del agua por desechos tóxicos como metales pesados (cadmio, mercurio, plomo y níquel), disolventes de pinturas y elementos similares, que no influencian de forma visible la apariencia del agua.
- Degradación del entorno natural del puerto debido al des echo de basuras, por encima y por debajo de la superficie del agua. Aunque no son de naturaleza tóxica, los desperdicios depositados en el fondo del puerto interfieren natural mente con las operaciones rutinarias de dragado, haciendo que las labores de mantenimiento resulten muy costosas.

Los elementos contaminantes más comunes asociados con el esfuerzo de pesca son:

- Vertidos de combustible diesel procedente de pistolas de suministro en mal estado, barriles con escapes y una mala manipulación general durante las operaciones de suministro

de combustible; vertidos de aceite usado del motor; agua de sentina vertida por la borda; aguas residuales sin tratar procedente de los sanitarios de a bordo y vertidas dentro del puerto y restos de operaciones de despiece y limpieza de pescados realizadas en embarcaciones dentro del puerto.

- Baterías de arranque desechadas, pilas recargables de níquel-cadmio procedentes de aparatos de radio, linternas y aparatos transceptores y pilas tipo botón procedentes de relojes de pulsera, calculadoras, relojes de pared, etc.
- Paragolpes fabricados con neumáticos desechados, trozos de cuerda, cables, cadenas y redes tiradas al agua, bloques de motor inservibles, cascos y remolques oxidados; contenedores desechados como cajas de pescado hechas de poliestireno, latas de aceite y de grasa y contenedores de pintura.

Los elementos contaminantes mencionados resultan de actividades realizadas por el hombre que se han de controlar mediante reglamentos y policía portuaria y mediante el manejo y reciclado de desechos.

Reglamentos portuarios

Los reglamentos portuarios son leyes de protección del entorno diseñadas para proteger al medio ambiente de abusos por parte de pescadores sin escrúpulos. En particular, estos reglamentos deberían prohibir:

- el vertido por la borda de aceite procedente del cárter del motor y el agua de sentinas;
- la utilización de los sanitarios instalados a bordo de embarcaciones dentro del refugio;
- la limpieza de pescado a bordo de embarcaciones amarradas;
- el desecho de cualquier tipo de batería o pila eléctrica;
- el abandono de cualquier tipo de desecho en la zona portuaria;
- la utilización de pinturas antiincrustantes tóxicas.

El Anexo 3 contiene una serie de dibujos o caricaturas que se titulan «Puertos más limpios» y en que se describen las fuentes de contaminación y las medidas correctoras recomendadas.

Manejo de desechos

Cada uno de los reglamentos mencionados genera una concentración de productos de desecho que, si no se recogen y se reciclan correctamente, se convertirán en un peligro para el bienestar de la comunidad pesquera.

Para manejar estos desechos adecuadamente son necesarios un sistema fiable de recogida y un método de reciclado o de desecho que no represente riesgo alguno. Ambos son importantes y no se puede implantar uno sin el otro; no tiene sentido alguno recoger el aceite usado en un contenedor de gran tamaño si la persona que recoge el aceite no sabe qué hacer luego con él. Para su buen funcionamiento, se deberá integrar el

Figura 99
Rocogida de aceites.

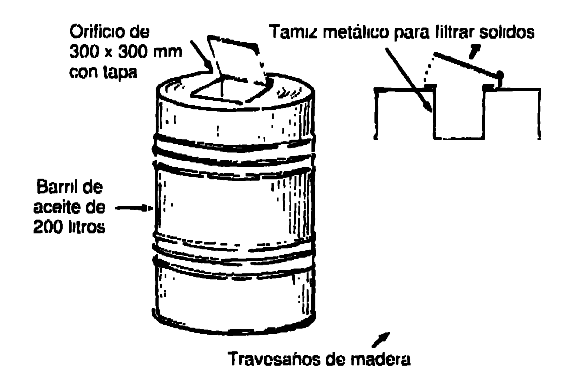


Figura 100
Separador de aguas de sentina.

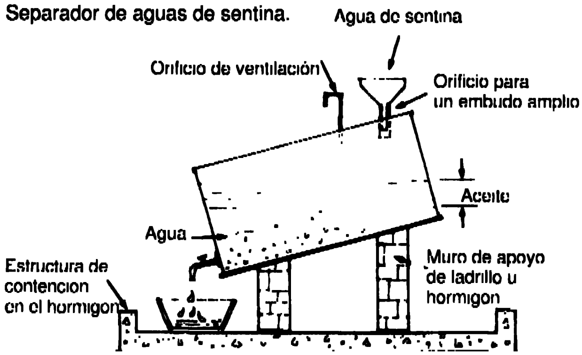
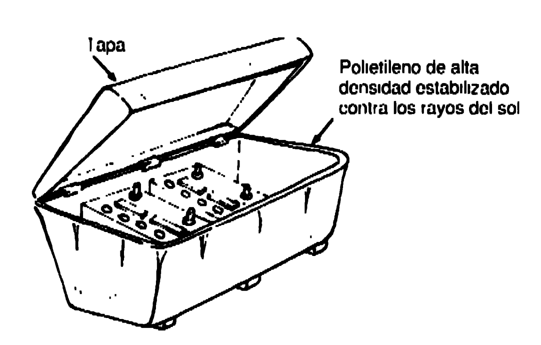


Figura 101
Almacenamiento de baterías.



manejo de desechos dentro de las actividades comerciales o artesanales ya existentes.

A continuación se describen las formas correctas de recogida y reciclado de diversos tipos de desechos.

Aceite de motor usado

Recogida. El aceite de desecho se debería recoger en barriles de aceite modificados de 200 litros (Figura 99) estratégicamente situados dentro del refugio de pesca. Los barriles no deben permanecer en contacto con el suelo, ya que podrían corroerse con la humedad y podría producirse un escape de aceite.

Reciclado. Las empresas especializadas en el reciclado de aceite recogen el aceite usado para su reciclado si quien se lo entrega puede asegurar un suministro regular. Algunos organismos estatales practican un sistema de recogida de bajo coste a nivel nacional.

Agua de sentina

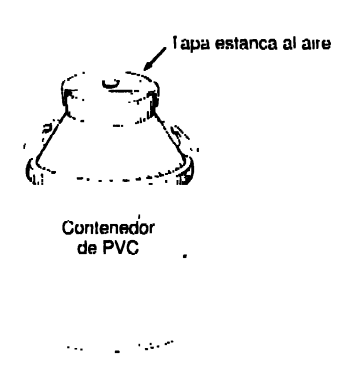
Recogida. El agua de la sentina consiste en agua del mar mezclada con hidrocarburos procedentes del motor que se han fugado por las juntas. Se debe bombear del interior de los buques y colocar en un tanque receptor similar al que se muestra en la Figura 100.

Reciclado. La mezcla de hidrocarburos y el agua del mar de sentina es fácil de separar si se le deja sedimentarse de forma natural. El agua, al ser un elemento más pesado que los hidrocarburos, baja al fondo del separador, desde donde se puede drenar con cuidado a un contenedor para su evaporación, utilizando el pequeño grifo de drenaje. El residuo de aceite o diesel se puede utilizar para calefacción o se puede depositar en el depósito de almacenamiento de aceite usado.

Baterías de arranque de 12 V

Recogida. Las baterías usadas de 12 V contienen placas de

Figura 102
Contenedor de desechos tóxicos.



plomo en un baño de ácido dentro de una caja de plástico. La luz del sol puede descomponer la caja de plástico, por lo que es importante no dejar las baterías al aire libre. El plomo es muy tóxico y puede pasar a la cadena alimenticia si no se trata correctamente. Las baterías usadas se pueden almacenar en un recipiente como el que se muestra en la Figura 101 hasta que se recojan.

Reciclado. La mayor parte de los proveedores aceptan las baterías usadas de vuelta para su reciclado industrial. Si se hace correctamente, las placas de plomo se pueden reciclar a nivel de aldea para hacer plomadas para las redes. El ácido se debe depositar aparte en recipientes de plástico.

Desechos sólidos tóxicos

Recogida. Los desechos sólidos tóxicos comprenden todos los elementos fabricados que no se puedan desarmar, por ejemplo, filtros de aceite, bujías, baterías de linterna y de radios, pilas tipo botón procedentes de relojes, contenedores de compuestos para la limpieza de plásticos, aceite hidráulico, etc. Los barriles de plástico (Figura 102) se deben colocar estratégicamente por todo el refugio. Los viejos barriles de aceite que se oxidan y que permiten que los productos químicos tóxicos penetren en el suelo no son apropiados para estos tipos de materiales.

Reciclado. No se puede hacer mucho para reciclar estos elementos, y generalmente se entierran en vertederos especiales situados lejos de los pozos de agua potable.

Desechos sólidos no tóxicos

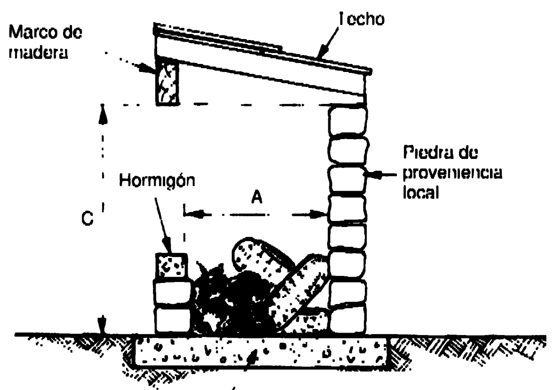
Recogida. Los desechos sólidos no tóxicos comprenden otra basura voluminosa como neumáticos viejos, trozos de cuerdas y redes viejas, cajas de pescado rotas, etc. La Figura 103 muestra un punto de recogida hecho de piedras y hormigón (las dimensiones dependen de los requisitos locales).

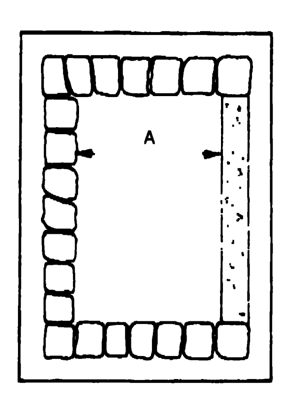
Reciclado. Los elementos de metal se deben recoger y vender a los chatarreros. Con los neumáticos se pueden fabricar paragolpes y las cajas rotas de pescado se pueden vender como leña para el fuego. Se deberán evitar las cajas de espuma de estireno debido a que se rompen con facilidad y sus desechos no se pueden reciclar con seguridad (producen vapores peligrosos cuando se queman).

Despojos de pescado

Recogida. Lo ideal es que el pescado se limpie y eviscere durante el viaje de vuelta al puerto y los restos se tiren al mar, donde constituyen alimento para otros pescados. Las tripas de pescado nunca se deben arrojar dentro del puerto ni desechar en cualquier lugar dentro de la zona del puerto o de la aldea; además de producir malos olores constituyen un riesgo a la

Figura 103
Centro de desechos





salud debido a que atraen alimañas. Hay barriles de plástico de 100 litros de capacidad con tapas estancas (Figura 102) disponibles en el mercado que se deben utilizar para recoger los despojos de los mercados de pescado o de las embarcaciones amarradas.

Desecho. Mezcladas con algunos tipos de grano las vísceras se pueden utilizar como pienso animal o ensilaje de pescado. Se pueden enterrar cantidades muy pequeñas sin peligro alguno.

Aguas residuales

Dentro del puerto pesquero o desembarcadero, o cerca de los mismos, las fuentes de aguas residuales sin tratar podrían consistir en aquellas producidas por la propia aldea más las de los sanitarios de a bordo que descargan directamente al agua. Como se ha descrito en el Capítulo 6, el puerto debería contar con servicios sanitarios y toda la zona debería estar conectada a un tanque séptico y sumideros (Figura 90).

El vertido de aguas residuales sin tratar cerca del desembarcadero pesquero no haría más que exacerbar los problemas de higiene, convirtiéndolo en una fuente potencial de enfermedades.

Nota sobre plásticos

La mayor parte de los contenedores domésticos de plástico

(cubos, contenedores y palanganas) no son adecuados para uso externo debido a que el PVC con el que están fabricados envejece con rapidez y se agrieta cuando queda expuesto a los rayos del sol. Los elementos de este tipo que contengan desperdicios en descomposición o tóxicos no se deben dejar expuestos a los rayos del sol durante largos períodos de tiempo.

Algunas sugerencias sobre el medio ambiente

A continuación se formulan algunas sugerencias más que ayudan a conservar el entorno:

- Procúrese no utilizar cajas de pescado fabricadas de espuma de poliestireno a menos que sea absolutamente necesario. Hay cajas de plástico rígido que duran más tiempo. Si éstas resultaran demasiado caras, utilícense cajas de madera.
- Si la aldea de pescadores se encuentra demasiado lejos de una población de importancia o de una ciudad, se deberán adquirir los materiales fungibles a granel a nivel de aldea. Por ejemplo, en lugar de comprar 50 latas de aceite de un litro cada una, se debería comprar un barril de 50 litros de aceite, que después se puede vender por litros al usuario. Un barril de 50 litros puede ser retornable, mientras que las 50 latas de un litro cada una tendrán que tirarse en la localidad misma debido a que nadie querrá llevárselas.
- Las piezas mecánicas móviles (como las bisagras, cabrestantes, trinquetes, etc.) deberán ser lubricadas con grasa, en lugar de aceite. La grasa tiende a pegarse a la pieza móvil, requiriendo así menos mantenimiento. El aceite, por otra parte, desaparece de la pieza con mucha rapidez, lo cual hace necesario una nueva lubricación.

8. COMO EVITAR LA CORROSION

Debido a su grado relativamente alto de resistencia, el acero tiene muchas ventajas como material de construcción, por lo que los productos de acero se han utilizado en una gran variedad de aplicaciones.

Sin embargo, el problema más común con la utilización de acero en un entorno marino es su susceptibilidad a la corrosión. Por lo tanto, para una utilización más efectiva de acero es necesario poseer algunos conocimientos de los fenómenos de corrosión y sobre los métodos existentes de protección contra los mismos.

EL PROCESO DE CORROSION

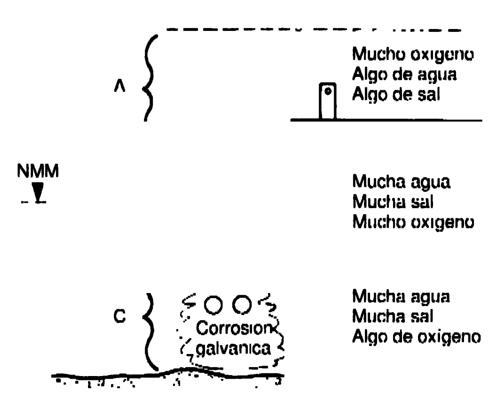
Para que el acero se corroa (es decir, para que se forme óxido) éste debe quedar expuesto al oxígeno o al aire. Además, el acero se corroe mucho más de prisa en presencia de otros agentes atmosféricos como el agua (lluvia o aire húmedo) y la sal (salpicaduras de agua salada).

Además, cuando queda inmerso en agua del mar, el acero está expuesto también a corrosión galvánica, similar a la que tiene lugar entre el acero y los elementos de latón de una embarcación.

En la Figura 104:

- la zona A queda expuesta a aire húmedo y a salpicaduras de agua salada, por lo que es una zona generalmente corrosiva para productos de acero;
- la zona B se encuentra constantemente húmeda con agua del mar, que también contiene mucho oxígeno disuelto. Es la zona más agresiva para el acero;
- la zona C es también muy agresiva para el acero debido a que está presente la corrosión galvánica también.

Figura 104
Zonas de corrosión en un entorno marino.



SOLUCIONES CONTRA LA CORROSION

Hay cinco soluciones posibles para proteger a los productos de acero contra los efectos de la corrosión:

Utilice acero inoxidable en lugar de acero normal. Acero inoxidable es acero normal mezclado con otros metales como níquel y cromo. Sin embargo, el coste del acero inoxidable hace que éste no sea práctico para un uso diario, excepto para pequeños elementos de ajuste como pernos y tuercas.

Recubra el acero normal con zinc. El recubrimiento de acero con zinc, que es otro metal, es un procedimiento que se cono ce generalmente como galvanizado y es la forma más normal de proteger pequeños objetos fabricados como anillas de amarre, bolardos fabricados con tubos, pernos, mordazas,

cadenas, grilletes, tuberías de agua, etc. Los materiales a recubrir se sumergen normalmente en un baño de zinc fundido en talleres especializados. Una vez un objeto se ha sumergido en zinc en caliente no se debe realizar ningún trabajo de soldado, corte o taladrado, ya que esto destruiría la integridad del recubrimiento de protección.

Recubra el acero normal con plásticos especiales. El recubrimiento del acero con plásticos especiales resistentes al desgaste constituye otra forma de protección contra la corrosión; sin embargo, el alto coste que implica el proceso de recubrimiento (en talleres especializados) hace que este método no sea práctico para uso diario.

Pinte el acero normal con pinturas especiales. El pintar el acero utilizando pinturas especiales es el método más común de proteger grandes estructuras de acero. Las superficies que se van a pintar se deberán limpiar cuidadosamente con un cepillo de acero (o preferiblemente mediante un chorro de arena). La capa inferior deberá consistir en un imprimador basado en zinc. La segunda y tercera capas deberán consistir en una pintura de epoxi sobre base de brea.

Al pintar el acero, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- Las pinturas caseras normales no son adecuadas para el entorno marino debido a que, al igual que algunos plásticos, envejecen con mucha rapidez cuando están expuestas a los rayos del sol.
- El diesel, queroseno y la gasolina no son químicamente compatibles con las pinturas marinas; habrá de utilizarse el diluyente de pintura apropiado.
- Se deberán utilizar guantes siempre que se manipulen pinturas basadas en epoxi.

Proteja el acero con ánodos de zinc (protección catódica). Los ánodos de zinc se utilizan para prolongar más aún la vida útil de estructuras de acero sumergidas en agua del mar como, por ejemplo, pilones de acero, pontones, flotadores metálicos, etc. Los elementos de aluminio, en contacto con acero húmedo, quedan expuestos también a la corrosión galvánica.

9. PESOS Y MEDIDAS

Las medidas y pesos que aparecen en este manual corresponden al sistema métrico decimal.

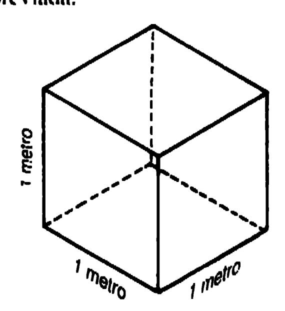
MEDICIONES LINEALES

A continuación se indica cómo convertir pulgadas, pies y yardas en metros:

Multiplicar	por	para obtener
Pulgadas	0.0254	Metros
Pies	0.3048	Metros
Yardas	0.9144	Metros
Metros	39.3701	Pulgadas
Metros	3.2808	Pies
Metros	1.0936	Yardas

MEDICIONES DE VOLUMEN

La unidad métrica básica del volumen es el metro cúbico que tiene una capacidad de 1 000 litros. El metro cúbico se escribe m en forma abreviada.



A continuación se indica cómo convert metros cúbicos:

Multiplicar	por	para obtener
Galones	4.5460	Litros
Galones	0.0046	Metros cúbicos
Litros	0.2200	Galones
Litros	0.0010	Metros cúbicos

AREAS

En la mayor parte de los países, las áreas de superficies se miden en unidades locales, que varían de país a país.

En ingeniería, sin embargo, la unidad métrica de medida es el metro cuadrado (m^2). Las zonas amplias se miden en hectá reas (ha) y las de gran amplitud se miden en kilómetros cuadrados (km).

1 hectárea	= 10 000 metros cuadrados
1 kilómetro cuadrado	= 100 hectáreas

A continuación se indica cómo convertir pies cuadrados, yardas cuadradas y acres en metros cuadrados:

Multiplicar	por	para obtener
Pies cuadrados	0.0310	Metros cuadrados
Yardas cuadradas	0.8361	Metros cuadrados
Acres	4 046.86	Metros cuadrados
Metros cuadrados	1.1960	Yardas cuadradas
Hectáreas	11 960	Yardas cuadradas

PESOS

A continuación se indica cómo convertir onzas y libras en gramos, kilogramos y toneladas:

Multiplicar	**por**	**para obtener**
Onzas	28.3495	Gramos
Onzas	0.0283	Kilogramos
Libras	0.4536	Kilogramos
Toneladas	2 204.62	Libras
Kilogramos	2.2046	Libras

Algunos pesos importantes

Conviene saber que:

- 1 litro de agua dulce pesa 1 kg;
- 1 m^3 de agua fresca pesa 1 000 kg;
- 1 m^3 de agua del mar pesa 1 020 kg;
- El volumen de agua fresca de 1 000 mm x 1 000 mm x 1 mm (0,001 m^3) es el equivalente a 1 litro, por lo que pesa 1 kg;
- 1 m^3 de polvo de cemento pesa aproximadamente 1 800 kg;
- 1 m^3 de árido normal de piedra caliza pesa aproximadamente 2 100 kg. Los áridos consistentes en coral triturado pesan mucho menos, dependiendo de la porosidad del coral.

Concreto. 1 m^3 de hormigón hecho con áridos normales pesa alrededor de 2 300 kg. El hormigón fabricado con áridos de coral puede pesar tan poco como unos 1 500 kg por m^3.

Sin embargo, 1 m^3 de hormigón normal sumergido en agua del mar tiene un peso efectivo inferior a 2 300 kg; esto se debe a la fuerza de elevación ejercida por el agua salada y se ha de tener en cuenta al fabricar bloques de fondeo para buques. Por ejemplo: el peso sumergido de un bloque de anclaje de hormigón que mida 400 mm x 400 mm x 300 mm se calcula de la siguiente manera:

Volumen del anclaje	= 0,4 x 0,4 x 0,3	= 0,048 m^3
Peso en el aire	= 0,048 x 2 300	= 110 kg
Fuerza de elevación en el agua	= 0,048 x 1 020	= 49 kg
Peso sumergido	= 110 – 49	= 61 kg

Por lo tanto, aunque el bloque de anclaje de 110 kg es pesado de manejar, sólo proporciona 61 kg de tiro cuando se encuentra dentro del agua, por lo que podría ser arrastrado por el fondo durante períodos de mal tiempo.

Madera. El peso de la madera varía según las especies; algunos ejemplos:

• Bilinga	750 kg/m^3;
• Teca	640 kg/m^3;
• *Ironbark*	1 120 kg/m^3;
• Corazón verde	1 040 kg/m^3;
• Louro rojo	640 kg/m^3;
• Eucalipto azul	830 kg/m^3.

Como demuestran los pesos anteriores, tanto el corazón verde como el *ironbark* pesan más que el agua del mar, por lo que no flotan.

Metales. El peso de una plancha de los metales siguientes de 1 m^2 x 1 mm de grosor (volumen: 0,001 m^3) se puede expresar como sigue:

Aluminio:	2,56 kg
Zinc:	7,20 kg
Acero:	7,80 kg
Latón:	8,55 kg
Cobre:	8,90 kg
Plomo:	11,37 kg

CONVENCIONES

La ingeniería civil, al igual que otras ramas de la ingeniería, sigue un orden previamente establecido de presentación, convenciones y símbolos a fin de que los planos y dibujos se puedan leer y comprender con facilidad.

Dimensiones. En los planos normales, las dimensiones hasta los 10 m se expresan normalmente en milímetros. Por encima de los 10 m las dimensiones se pueden expresar directamente en metros. Los diámetros se expresan normalmente en milímetros; un pilón de 100 mm de diámetro se expresa normalmente como «Ø 100».

Niveles. Los niveles por encima y debajo del nivel medio del mar se expresan normalmente en metros con hasta dos decimales. Un muelle con una altura de 1,5 m por encima del nivel del mar se representa como +1,50 m. Igualmente, un sondeo de 2 m de profundidad se expresa como -2,00 m. En presencia de una gama de mareas todos los niveles deben hacer referencia al nivel proporcionado en la carta o al nivel de bajamar en marea viva (Figura 22a).

Símbolos. Los símbolos para representar arena, roca, etc. utilizados en este libro son símbolos reconocidos internacionalmente (Figura 105).

Figura 105
Simbolos internacionales.

NATURALEZA DEL TERRENO

Arena o sedimento

Gravilla

Arcilla y barro blando

Roca dura

MATERIALES

Hormigon

Madera

Barra de acero

GENERAL

Niveles

Cotas de referencia

Nivel medio del mar (NMM)

ESCALAS DE LOS PLANOS

Todos los planos, incluidos los bocetos, se dibujan a escala (Figura 106).

Las escalas de dibujo son necesarias para representar las dimensiones reales de construcción en el papel. Una escala de 1 a 50 ó 1:50 significa que 50 veces una longitud de 20 mm en la figura es igual a 1 m en la realidad.

Pasando a una escala menor de 1:100 (1:50 es el doble de grande que 1:100), la longitud de sólo 10 mm representa 1 m.

De forma similar, en una escala aún menor de 1:200, la longitud de 5 mm también representa 1 m.

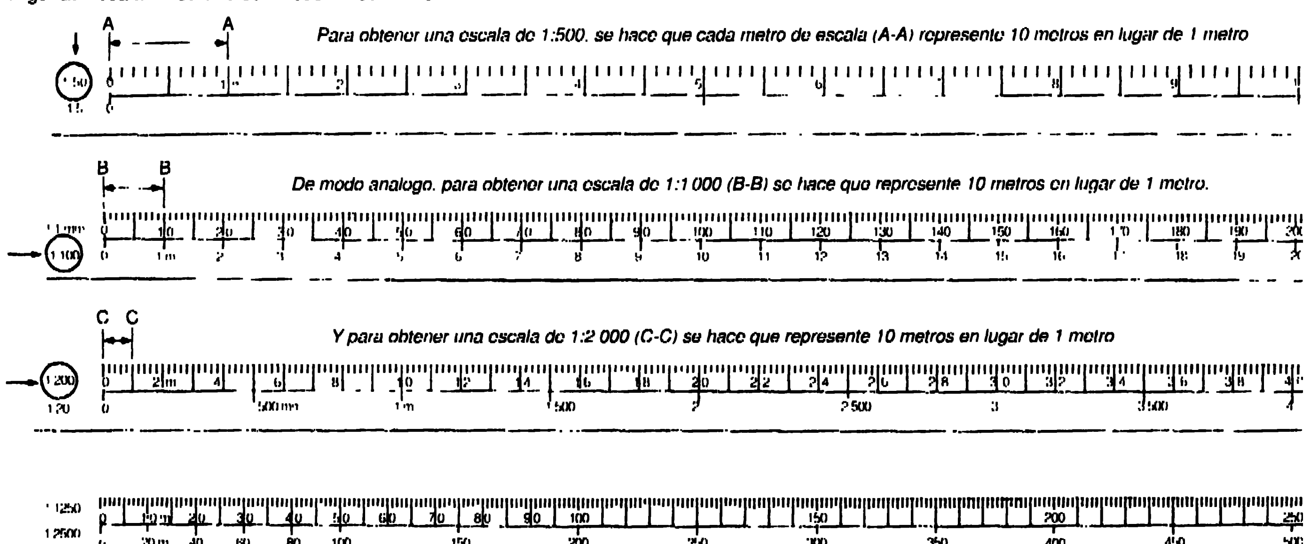
¿Qué escala se debe seleccionar? ¿Qué tamaño debe tener el plano? La serie A de los tamaños internacionales de papel de impresión representa un estándar muy aceptado que se debería seguir.

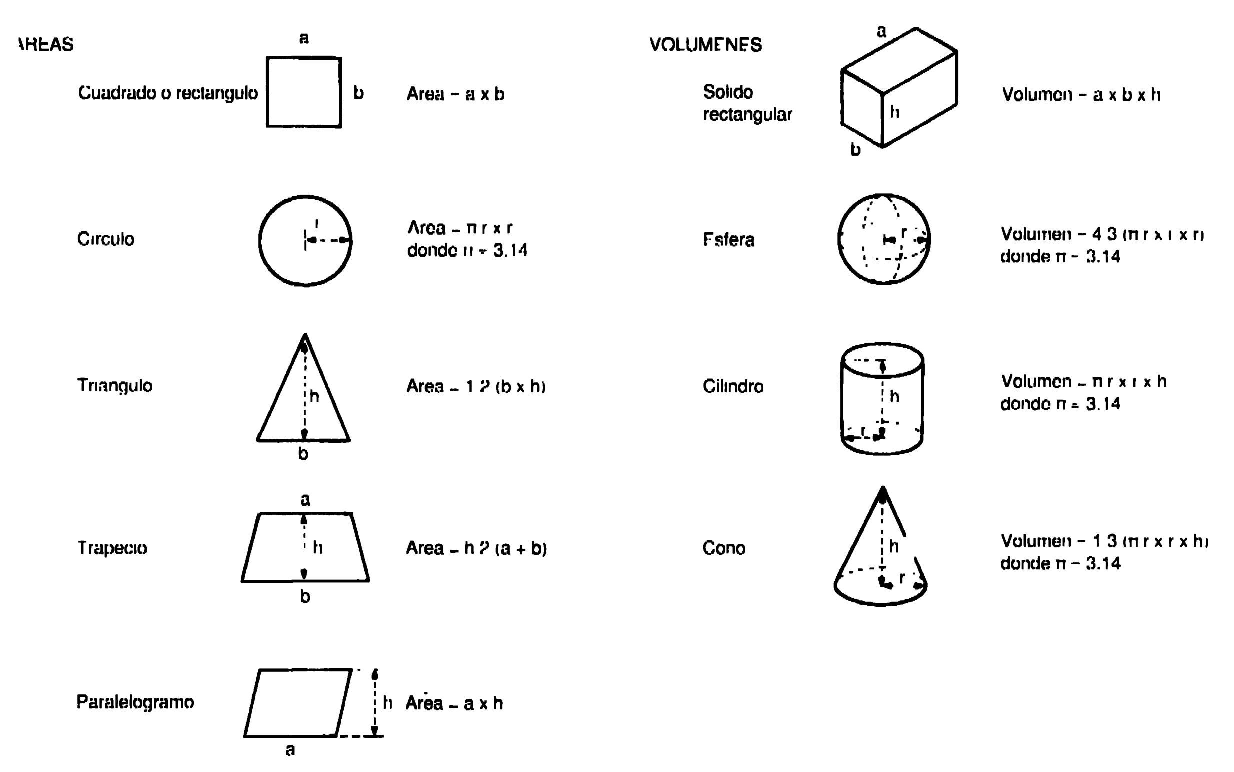
Tamaño A1: 841 mm de longitud x 594 mm de ancho.

Tamaño A3: 420 mm de longitud x 297 mm de ancho.

Figura 106

Algunas escalas métricas de frecuente utilización





Los planos de distribución de refugios o puertos deberían tener el mayor tamaño posible. Tomando una hoja de papel de tamaño A1, con una longitud de 841 mm, a una escala de 1:200, entrará en el plano un fragmento de costa con una longitud de 841 x 200 mm = 168,20 m. Una escala del doble, 1:100, sólo permitiría incluir en el plano la mitad del fragmento anteriormente descrito, o unos 84 m.

Los detalles de construcción, por ejemplo, las secciones transversales, requieren una escala no inferior a 1:50, y preferiblemente de 1:20.

ANEXO 1. EQUIPO BASICO DE SEGURIDAD

La Figura 107 muestra una variedad de equipo que se emplea actualmente en obras de construcción para garantizar la seguridad personal de los trabajadores. De permitirlo el presupuesto, dicho equipo se debería adquirir con anterioridad al comienzo de las actividades de construcción.

Un casco de plástico se deberá llevar puesto en todo momento, especialmente cuando se esté trabajando en lugares donde haya cargas suspendidas (grúas) y andamios.

Un par de botas de agua se deberán llevar cuando se esté hormigonando a fin de proteger los pies de las erosiones y hemorragias producidas por el cemento.

Guantes de goma deberán llevar los trabajadores que estén manipulando cemento, hormigón fresco y pinturas marinas basadas en epoxi.

Una mascarilla con un elemento de filtro deberán llevar los trabajadores que estén manipulando, abriendo y vaciando sacos de cemento dentro de la hormigonera.

Un par de gafas para soldar se deben llevar puestas durante la realización de labores de soldadura (cristal oscuro) o de corte (cristal claro).

Figura 107
El equipo de seguridad.

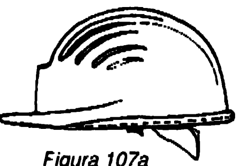


Figura 107a
Casco.

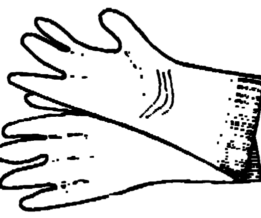


Figura 107c
Guantes de goma.



Figura 107b
Botas de agua.

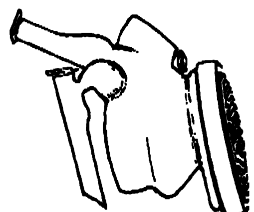


Figura 107d
Mascarilla

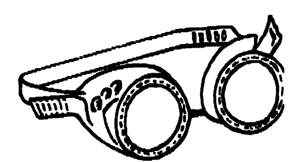
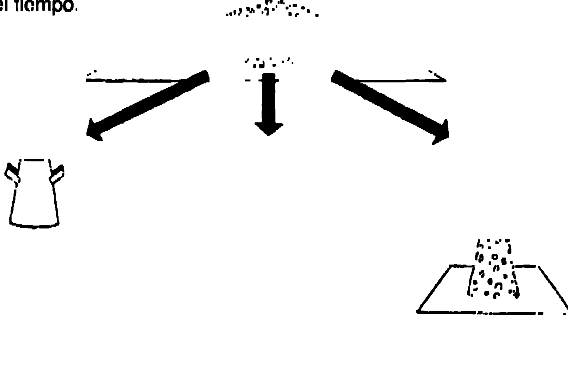


Figura 107e
Gafas para soldar.

ANEXO 2. MANIPULACION DEL HORMIGON

La Figura 108 muestra la forma en que, con el paso del tiempo, se endurece una mezcla manejable, requiriendo la adición de más agua para conseguir que vuelva a ser manejable, reduciendo así tanto su resistencia como su durabilidad.

Figura 108
Manejabilidad del hormigón con el tiempo.



Una mezcla manejable determinada se volverá más rígida cuando:

- se utilicen áridos porosos;
- los áridos contengan demasiado polvo;
- la temperatura de los áridos sea demasiado alta.

Además de utilizar buenos materiales como se ha descrito en el Capítulo 4, los trabajos de hormigonado se deben realizar temprano por la mañana antes de que el sol haya tenido tiempo de calentar los montones de áridos.

El encofrado se debe preparar siempre el día anterior y se debe lubricar con aceite justo antes del hormigonado, a fin de asegurar que el aceite no alcance las barras de acero que conforman la armadura.

Figura 109
Colocación del hormigón bajo agua.

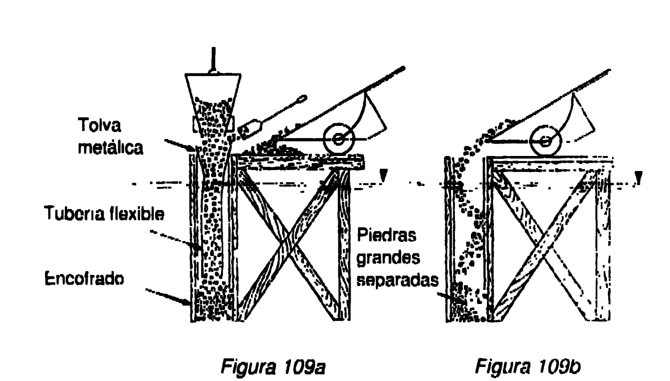


Figura 109a *Figura 109b*

Cuando sea necesario hormigonar bajo agua se debería utilizar un embudo metálico como se muestra en la Figura 109a para impedir que el agua separe los áridos de mayor tamaño de la mezcla de hormigón (Figura 109b). Se deberá tirar del embudo metálico gradualmente hacia arriba según se rellena la tubería con hormigón. El contenido de cemento de una mezcla submarina debería ser el doble que en la mezcla 1:2:4 descrita en el Capítulo 4, es decir debería contener una parte de cemento por cada parte de arena y dos partes de áridos.

Figura 110a
Utilización incorrecta del vibrador de hormigón.

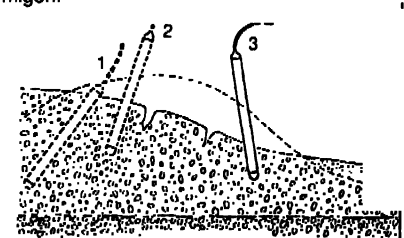
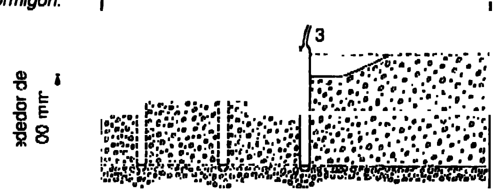


Figura 110b
Utilización correcta del vibrador de hormigón.



Salvo bajo agua, todo el hormigón debe siempre someterse a vibraciones utilizando un vibrador como el que se muestra en la Figura 73c. La vibración compacta el hormigón fresco mediante la eliminación de bolsas de aire atrapadas en la mezcla durante su preparación y generalmente permite una mezcla más seca (se requiere una cantidad menor de agua para su compactación), mejorando así el grado de resistencia y durabilidad del hormigón terminado.

Para conseguir el grado correcto de compactación (el hormigón vibrado en exceso sufriría de una separación o segregación de los áridos), el elemento vibrador se debería introducir dentro del hormigón a intervalos regulares de forma ordenada (Figura 110b). Las capas sucesivas no deberán exceder de 300 mm. En la Figura 110a, el elemento vibrador se ha utilizado de forma desordenada, produciendo un hormigonado de calidad inferior.

CURADO

Tan pronto como el vertido esté completo se debe cubrir la superficie expuesta con alfombrillas de yute o de cáñamo y se le debe salpicar encima pequeñas cantidades de agua a intervalos regulares durante un período de por lo menos 3 días a fin de impedir que la superficie expuesta se seque con demasiada rapidez. Si se deja expuesta al sol, la superficie se secará con demasiada rapidez, se contraerá y se fisurará. Una vez aparezcan estas fisuras debidas a la contracción, la superficie no se podrá volver a reparar y el hormigón se deteriorará con mucha rapidez. El hormigón estará completamente curado una vez haya transcurrido un período de 28 días, aunque los elementos prefabricados normalmente se pueden manipular después de 7 días.

ANEXO 3. PUERTOS MAS LIMPIOS

El Reglamento número 3 del Anexo V de MARPOL 73/78, *Reglamentos para la prevención de contaminación causada por basuras*, establece lo siguiente:

> «queda prohibido echar al mar toda clase de materiales plásticos, incluyendo, pero sin que esto sirva de limitación, las cuerdas sintéticas, redes de pesca sintéticas y bolsas de basura de plástico».

El citado Anexo V entró en vigor el 31 de diciembre de 1988, por lo que debe servir de base para los reglamentos de puerto que se mencionan en el Capítulo 7.

Con esta idea, se ha preparado una serie de dibujos como ayuda para los programas de concienciación contra la contaminación.

Los dibujos se han preparado para su utilización en la zona del mar Mediterráneo y se deberán adaptar según sea necesario para verificar su compatibilidad en otras regiones del mundo.

¿Quién debe utilizarlas? Los dibujos se han preparado para su utilización en los países cuyos sectores pesqueros artesanales están creciendo con rapidez. Los trabajadores especializados en este campo, funcionarios de vigilancia de pesca, colegios de capacitación pesquera y capitanes de puerto los encontrarán de utilidad. También se pueden utilizar como parte de un programa elemental de concienciación pública dentro de un marco educativo más amplio. Algunos de los dibujos son apropiados también para la preparación de carteles.

¿Cómo se pueden utilizar? Para una utilización efectiva, será necesario ampliar los dibujos primero hasta un tamaño A3. Luego, se deben personalizar de forma que reflejen el ambiente pesquero local: por ejemplo, al pescador se le debe dar un aspecto local mediante la alteración de sus características físicas, sombrero y ropa; la persona que vende el pescado podría necesitar ser una mujer a fin de reflejar ciertas tradiciones locales; las embarcaciones deben parecerse a las embarcaciones locales tanto como sea posible, etc. Los casos representados en los dibujos en los países en los que se piensan utilizar se deberían fotografiar en diapositivas.

Un viaje alrededor de las zonas costeras ofrecerá normalmente numerosas oportunidades para fotografiar las condiciones representadas en los dibujos. Finalmente, se deberán pasar los propios dibujos a diapositivas y preparar un lote que conste de una secuencia de 31 dibujos, por ejemplo, con un número similar de diapositivas de hechos reales encajados entre medio.

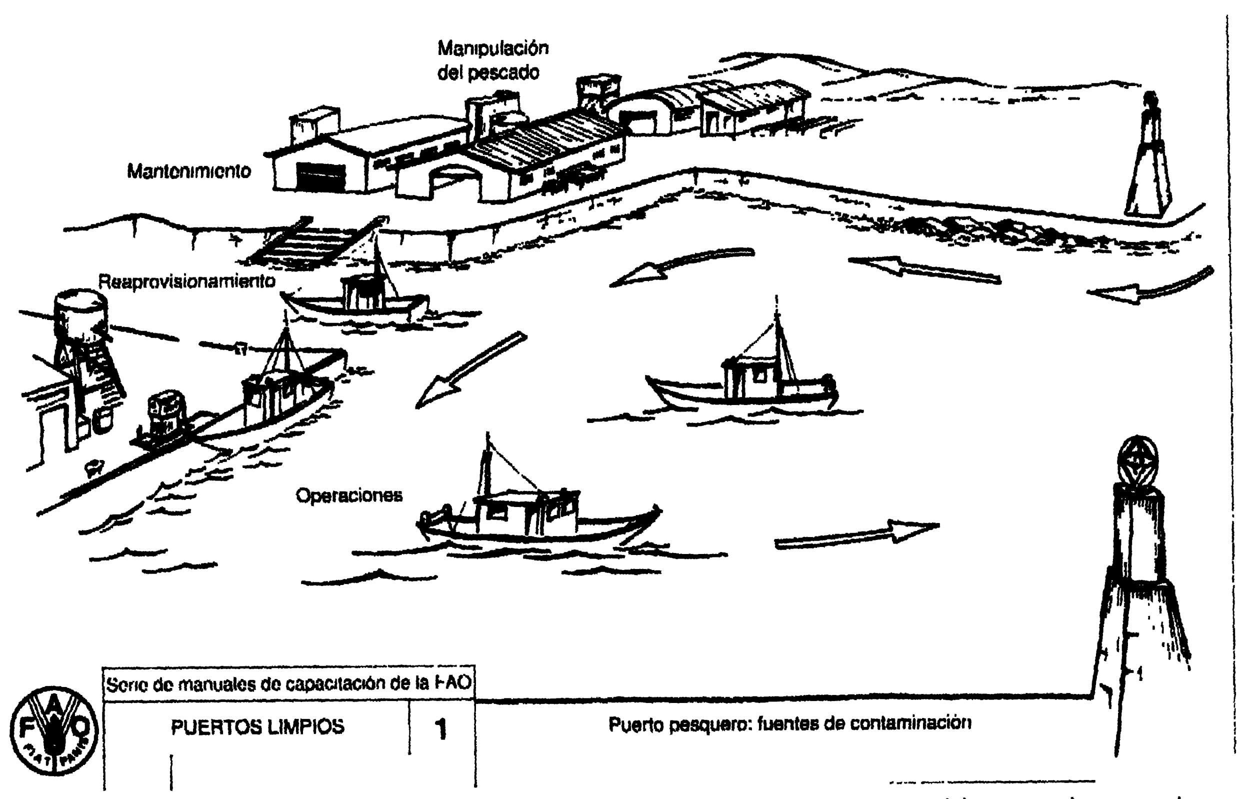
Este lote de diapositivas se mostrará posteriormente con la ayuda de un buen proyector de diapositivas y una persona que haga un comentario de las mismas. Esto entrañaría inevitablemente que la misma persona visite los distintos desembarcaderos a menos que haya más copias y proyectores disponibles.

Mejor aún, el lote de diapositivas y los comentarios se pueden grabar en una cinta de vídeo, de la que luego se podrán distribuir copias por todo el país; los magnetoscopios reproductores de vídeos son fáciles de encontrar incluso en las aldeas más remotas. En este caso, los proveedores del sector pesquero (fabricantes de redes, proveedores de motores, constructores de embarcaciones, empresas petroleras, etc.) podrían actuar como patrocinadores de las cintas de vídeo insertando en ellas publicidad pagada, lo cual reduciría los costos considerablemente.

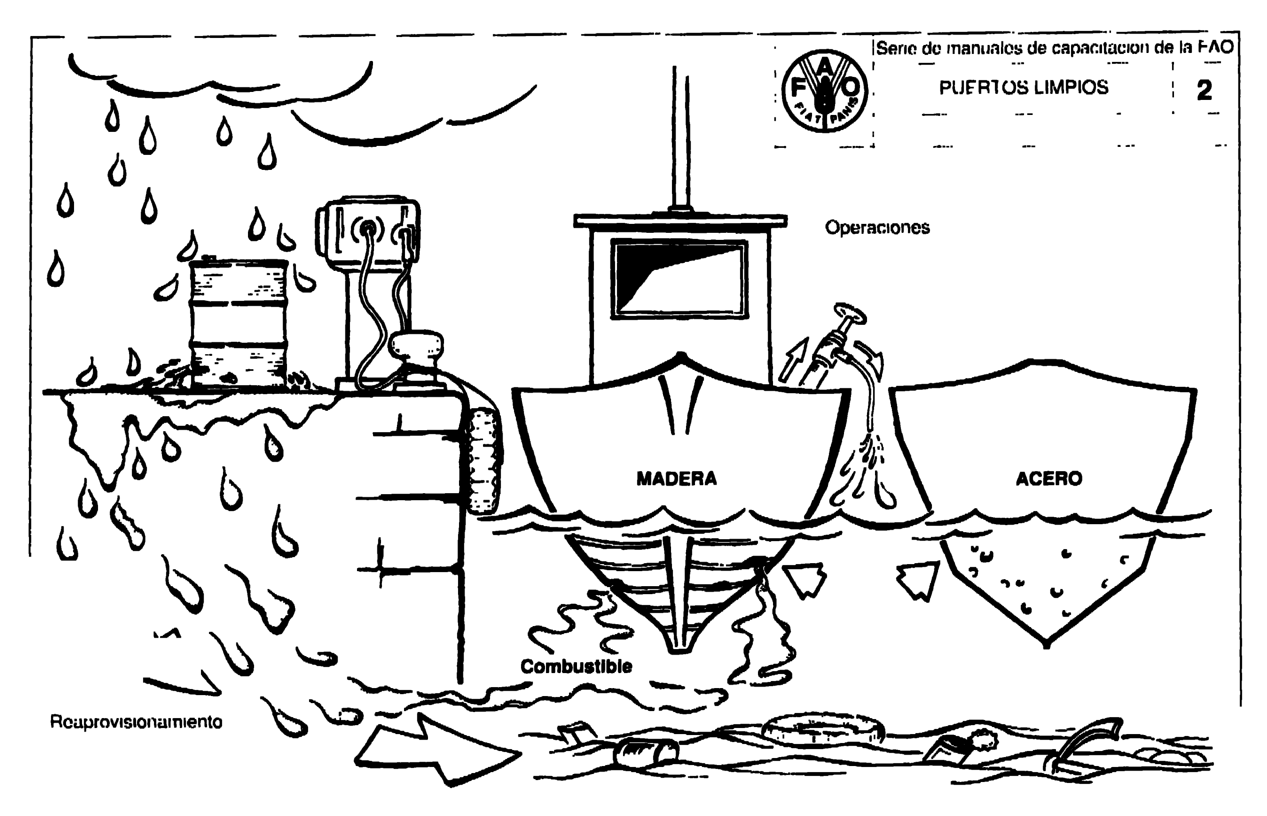
En las páginas que siguen, cada dibujo va acompañado de un pequeño texto que describe el mensaje que se pretende comunicar a la comunidad pesquera. A las personas que realicen este trabajo debería encomendárseles que desarrollen cada uno de los temas.

Es necesario insistir en que el lado humorístico del programa pretende actuar como una herramienta psicológica destinada a hacer que las personas que no respetan las normas se den cuenta de sus errores sin molestarlas ni a ellas ni a cualquiera de las varias categorías que forman la comunidad pesquera (pescadores y/o armadores de embarcaciones, mecánicos motoristas, limpiadores de pescado, intermediarios mercantiles, etc.).

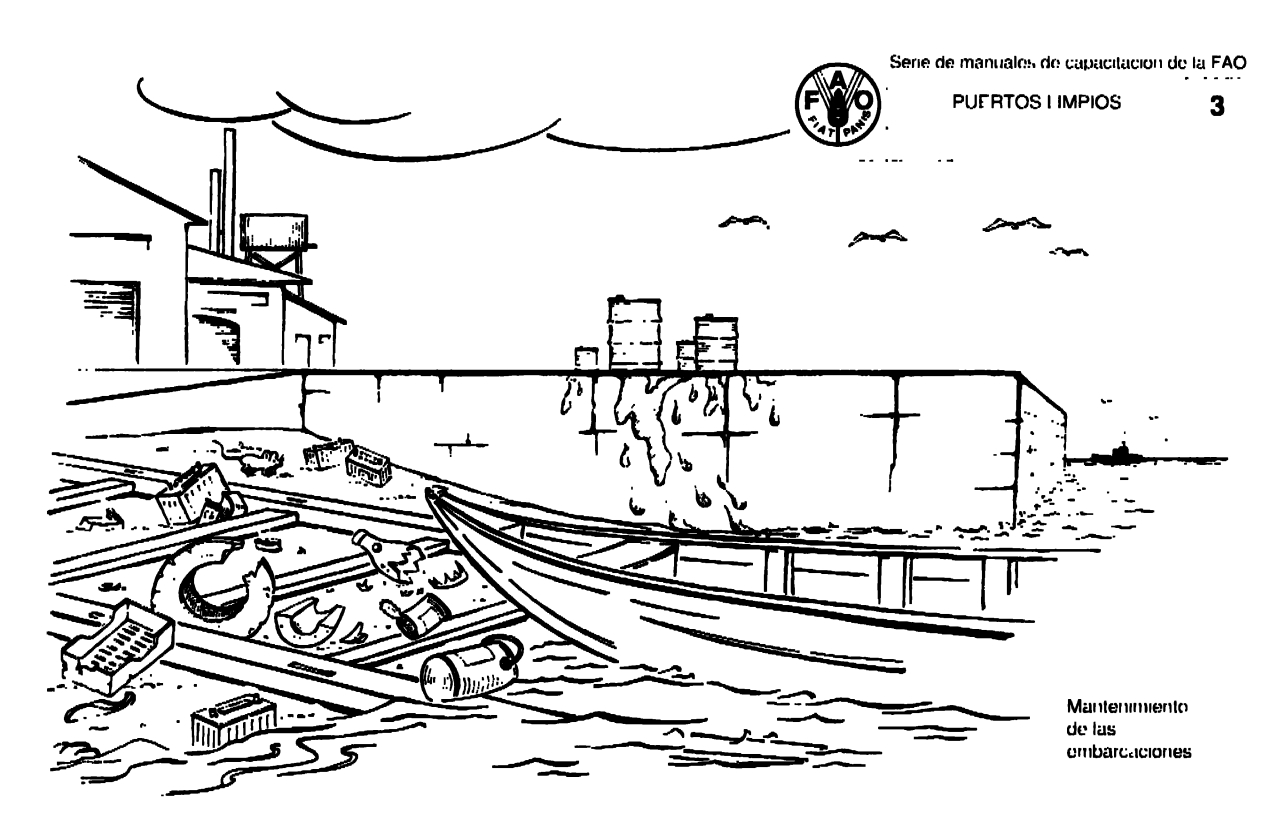
Se agradecería toda clase de sugerencias.



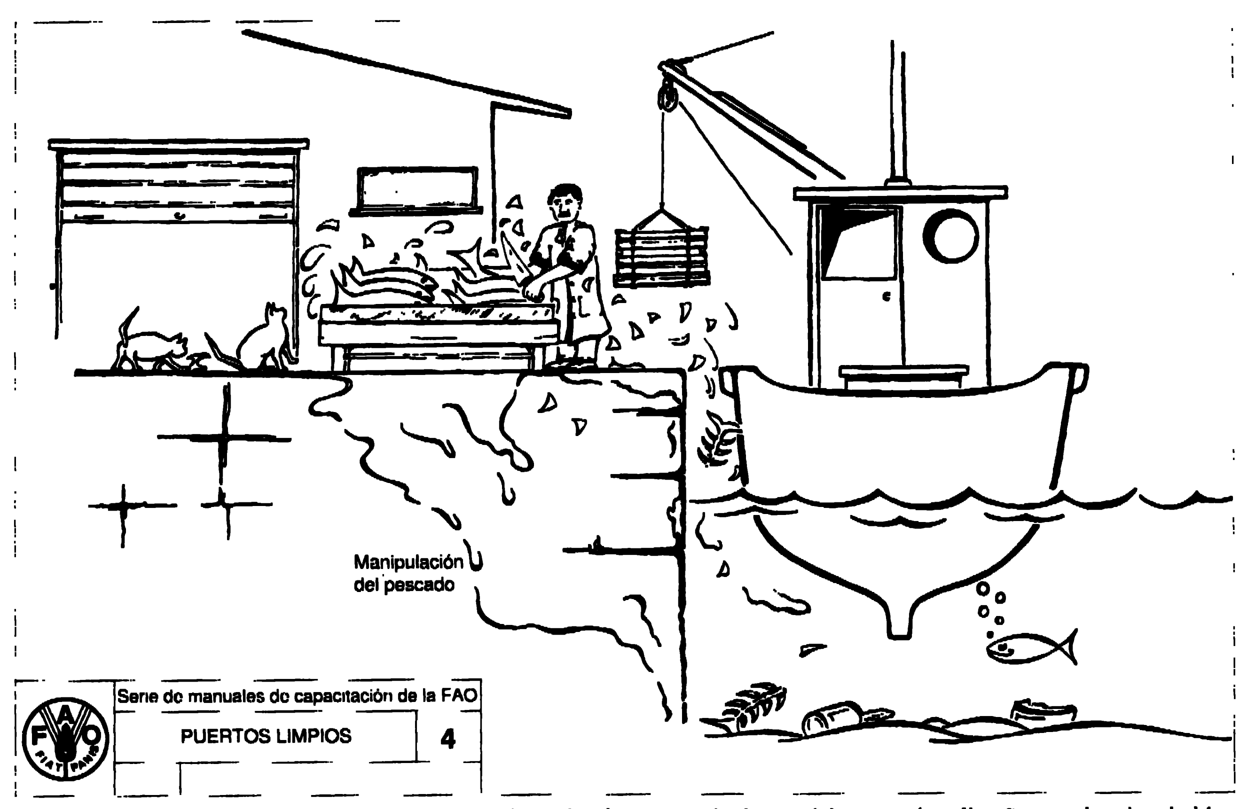
El dibujo N° 1 muestra las cuatro fuentes principales de contaminación en un puerto pesquero típico: operaciones, manipulación, mantenimiento y reaprovisionamiento.



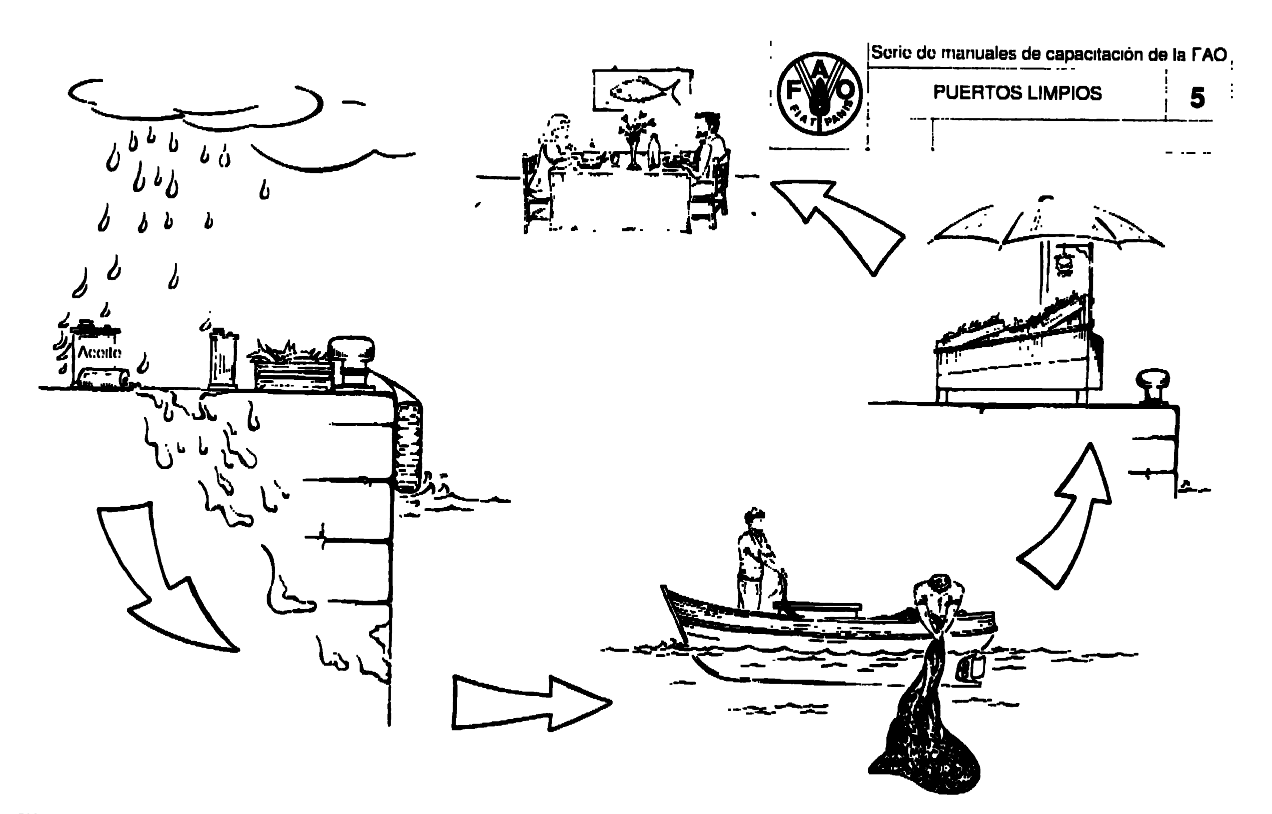
El dibujo Nº 2 muestra cómo el combustible vertido ataca el calafateo de los buques de madera, mientras que las latas metálicas en el fondo del mar atacan los cascos de las embarcaciones y otros elementos metálicos (hélice, eje, etc.).



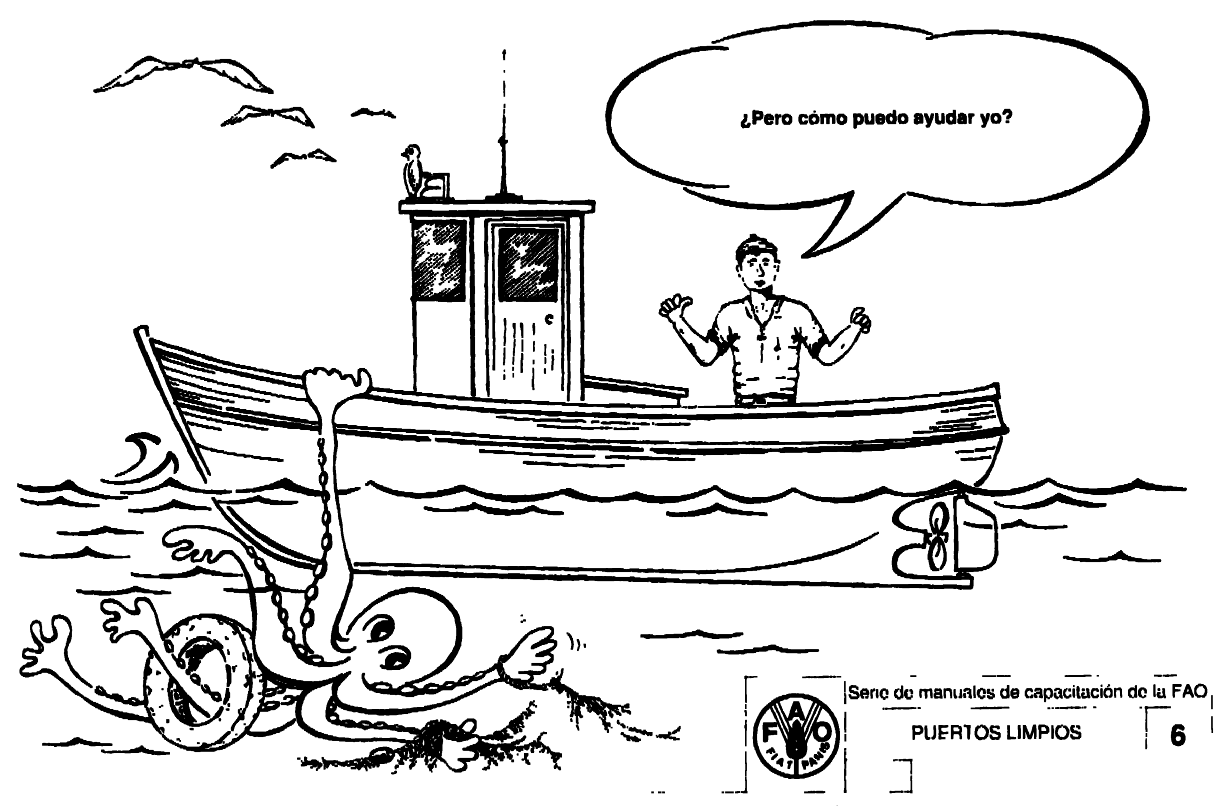
El dibujo Nº 3 muestra desperdicios desechados cuando las embarcaciones son mantenidas de una forma muy descuidada.



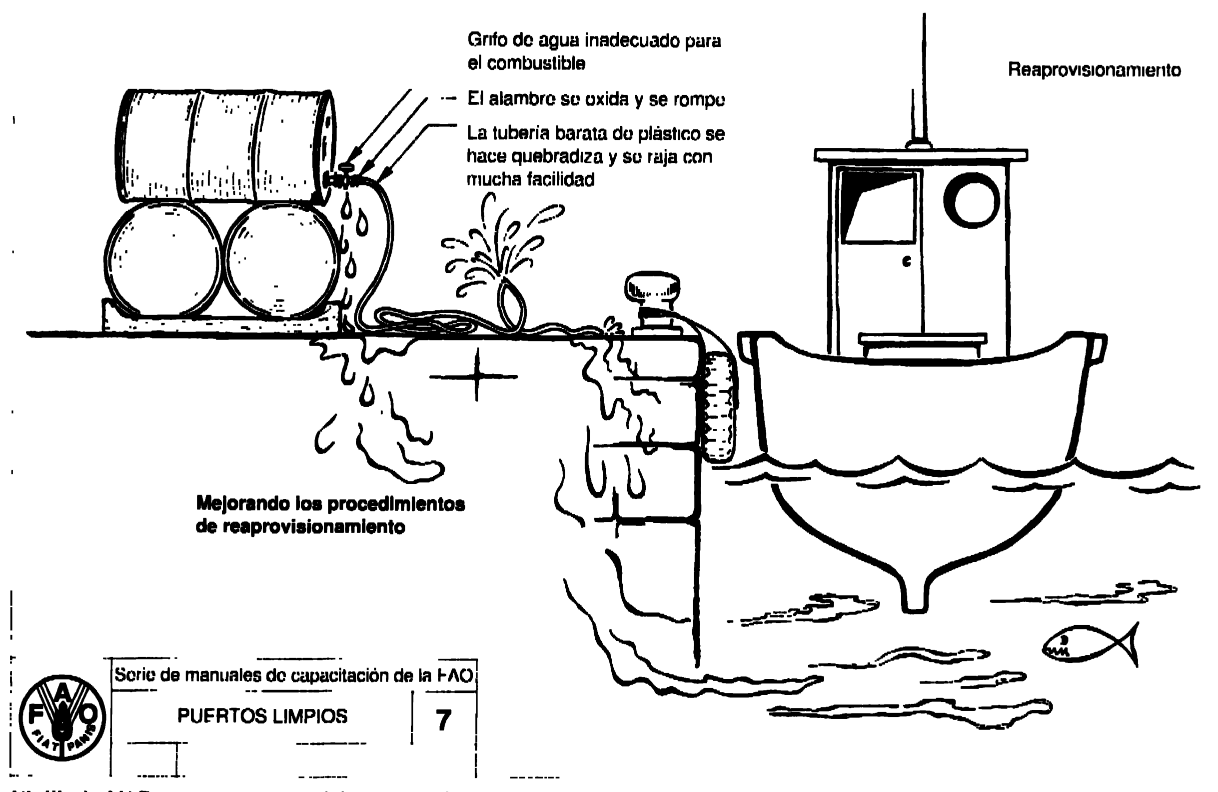
El dibujo Nº 4 recalca el riesgo para la salud cuando se limpia el pescado dentro del puerto: las alimañas resultan inevitablemente atraídas a la zona.



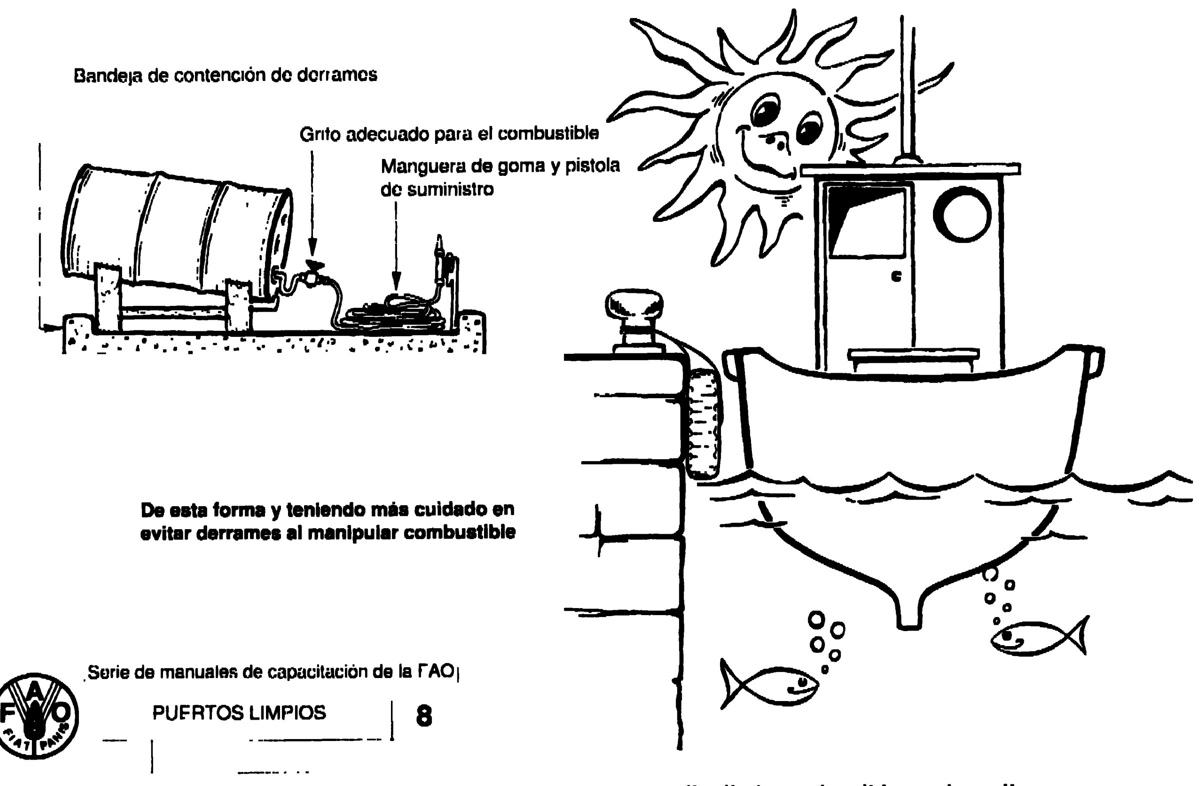
El dibujo Nº 5 sintetiza el proceso que siguen los elementos químicos peligrosos hasta acabar formando parte de la cadena alimenticia.



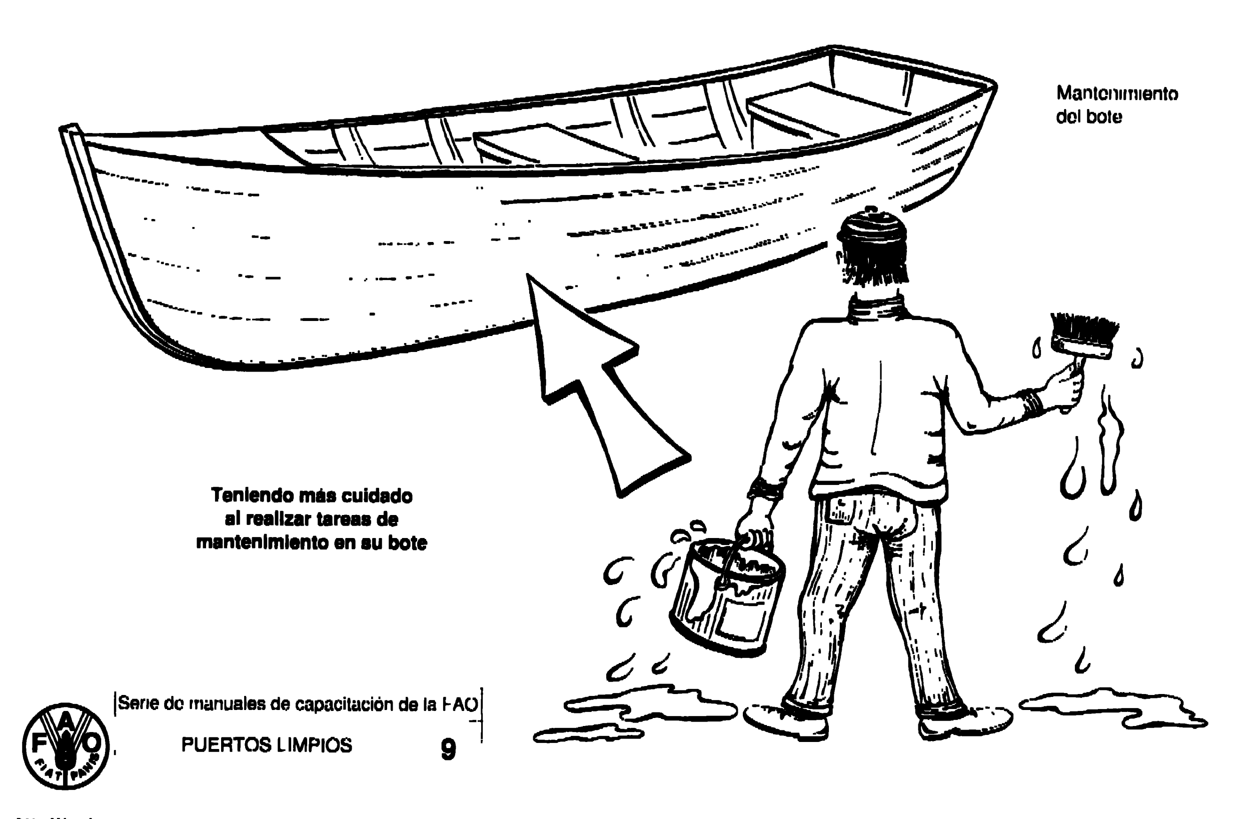
l dibujo Nº 6 hace la pregunta importante sin culpar a ningún componente concreto del sector pesquero.



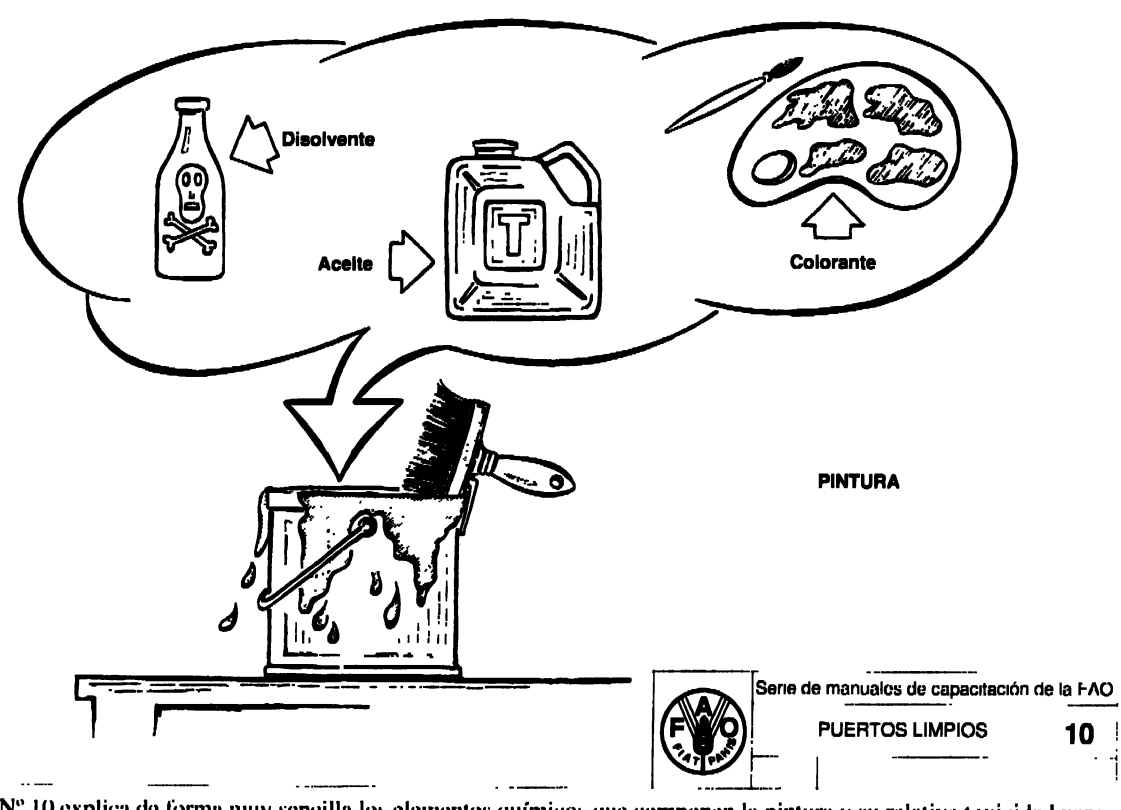
El dibujo Nº 7 muestra errores típicos cometidos sobre el terreno por personas que no conocen las consecuencias de verter combustible.
Se deberían insertar diapositivas de hechos reales a partir del dibujo Nº 8.



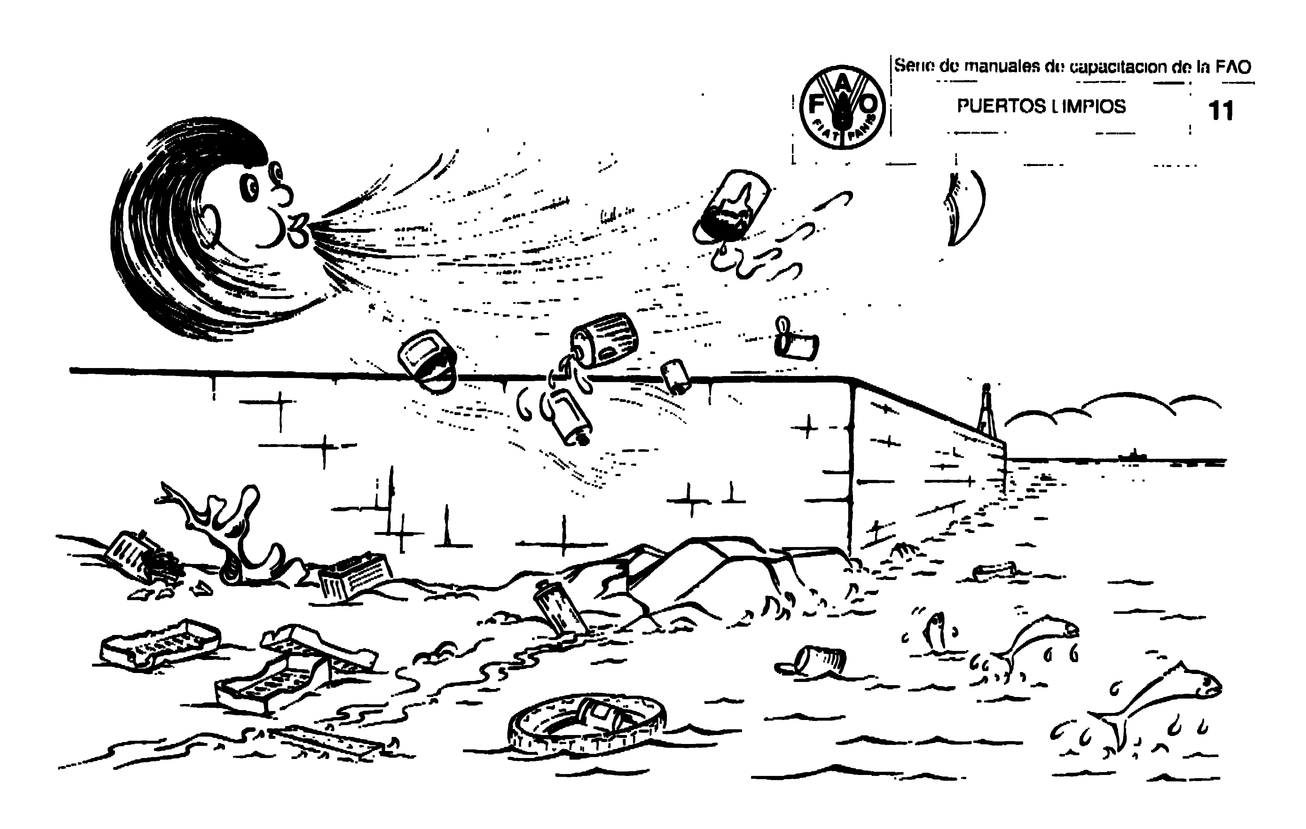
El dibujo Nº 8 muestra la forma alternativa y correcta de almacenar y distribuir combustible en el muelle.



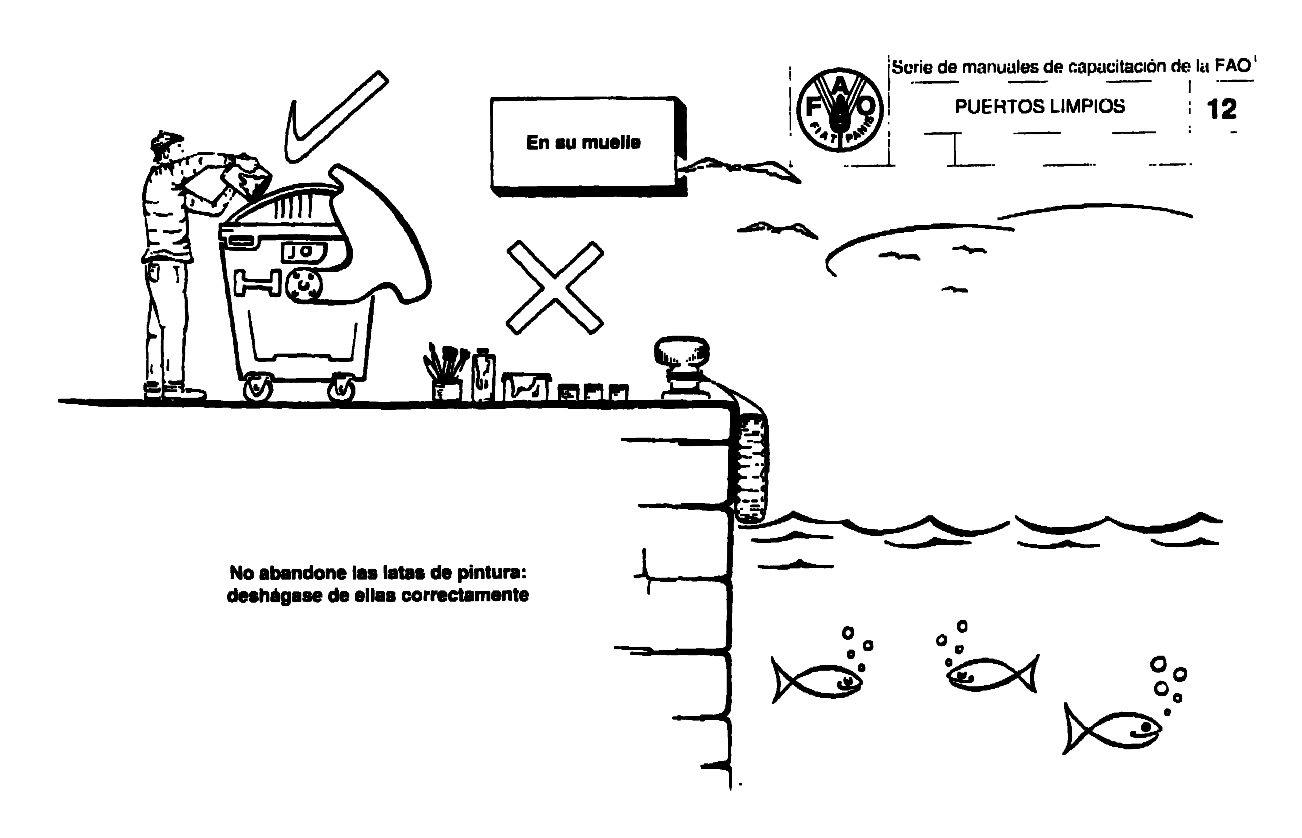
El dibujo Nº 9 muestra a un armador descuidado manteniendo su bote sin prestar mucha atención al daño que está causando a su alrededor.



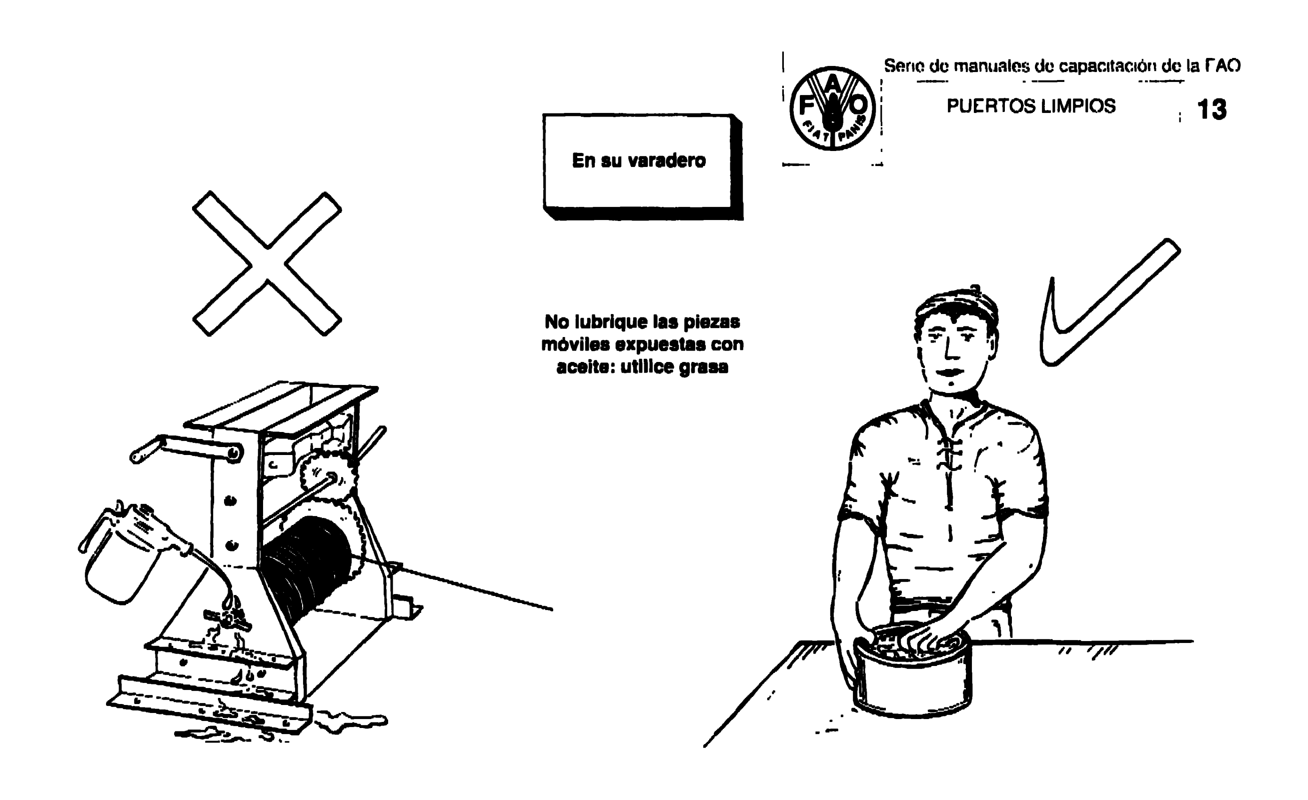
El dibujo Nº 10 explica de forma muy sencilla los elementos químicos que componen la pintura y su relativa toxicidad para el ser humano.



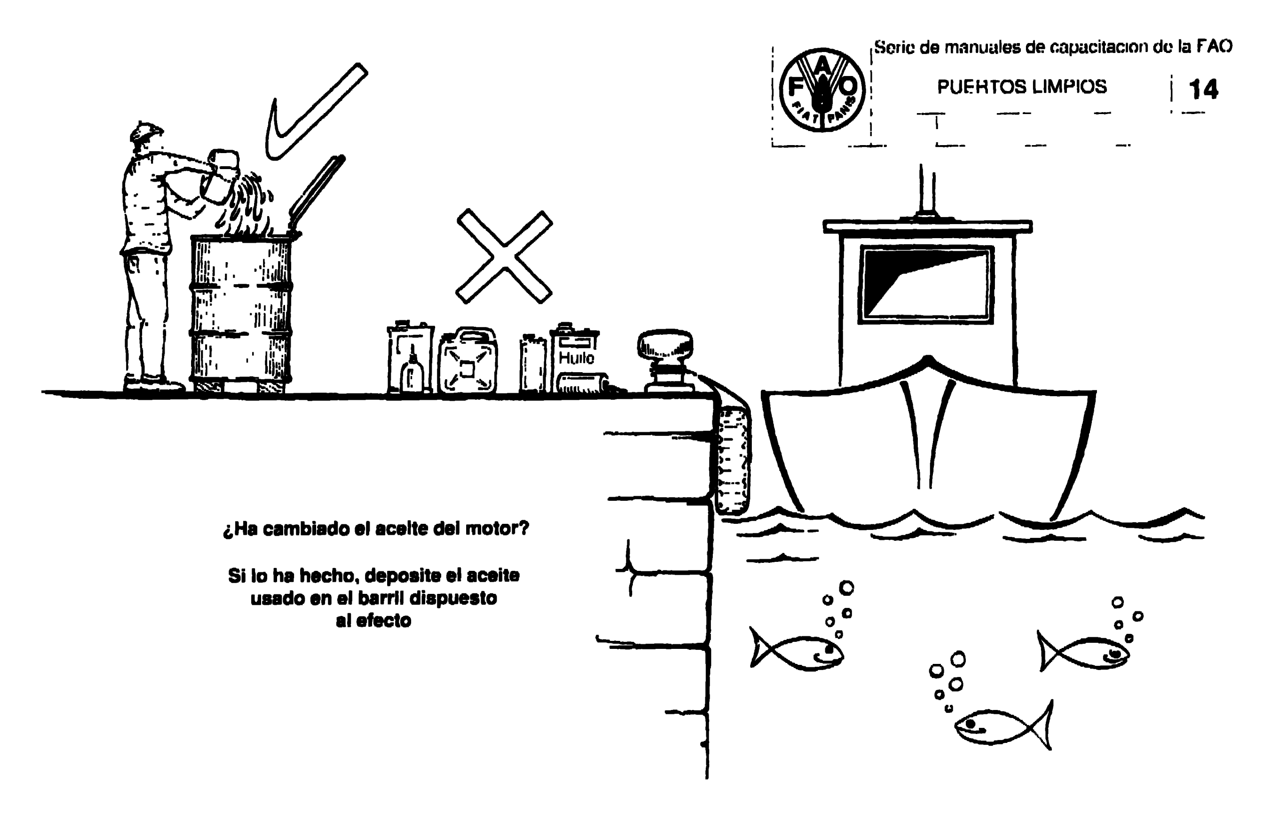
El dibujo Nº 11 recalca el mensaje de que cualquier material abandonado cerca del mar termina invariablemente dentro del agua: el viento empuja las latas vacías y los niños les dan patadas al resto.



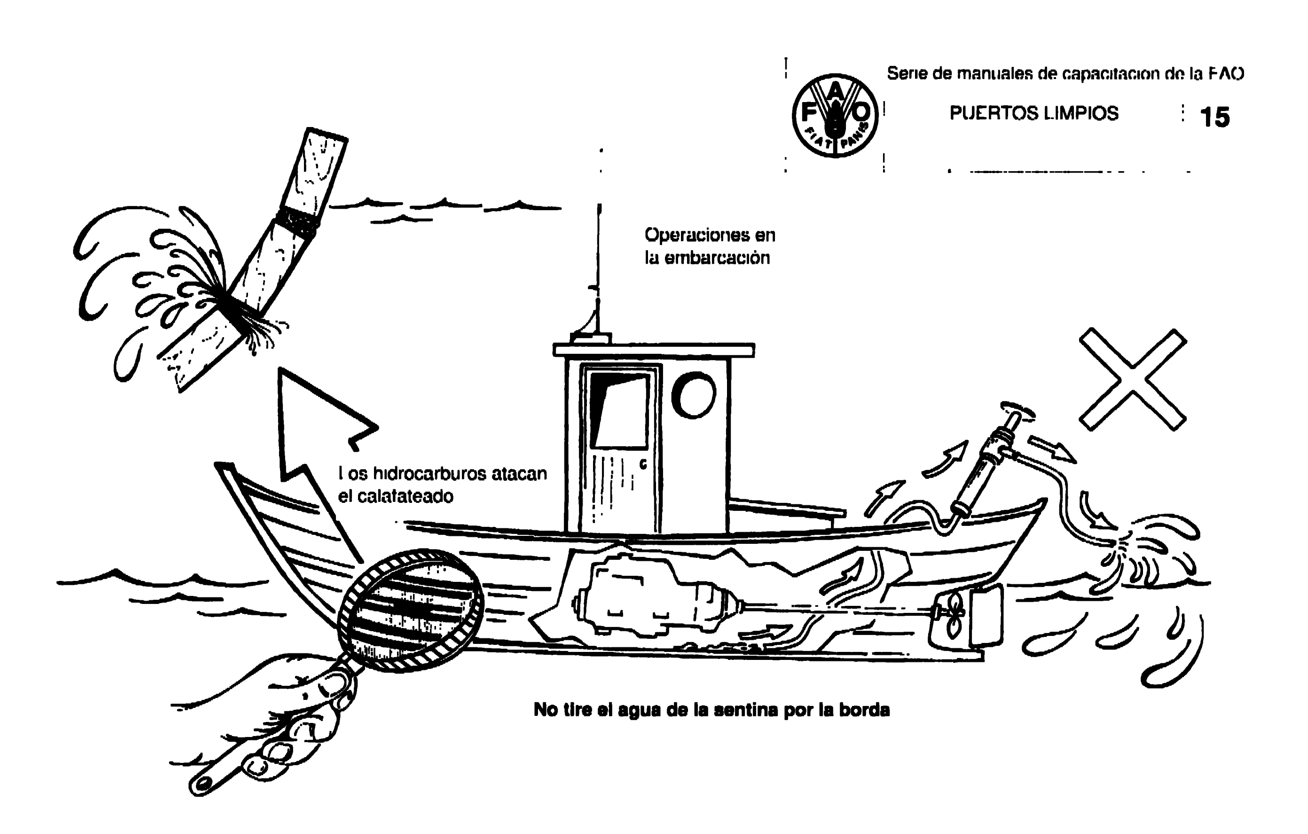
El dibujo Nº 12 muestra el método correcto de eliminación. El contenedor que se muestre debe parecerse al que se usa en realidad.



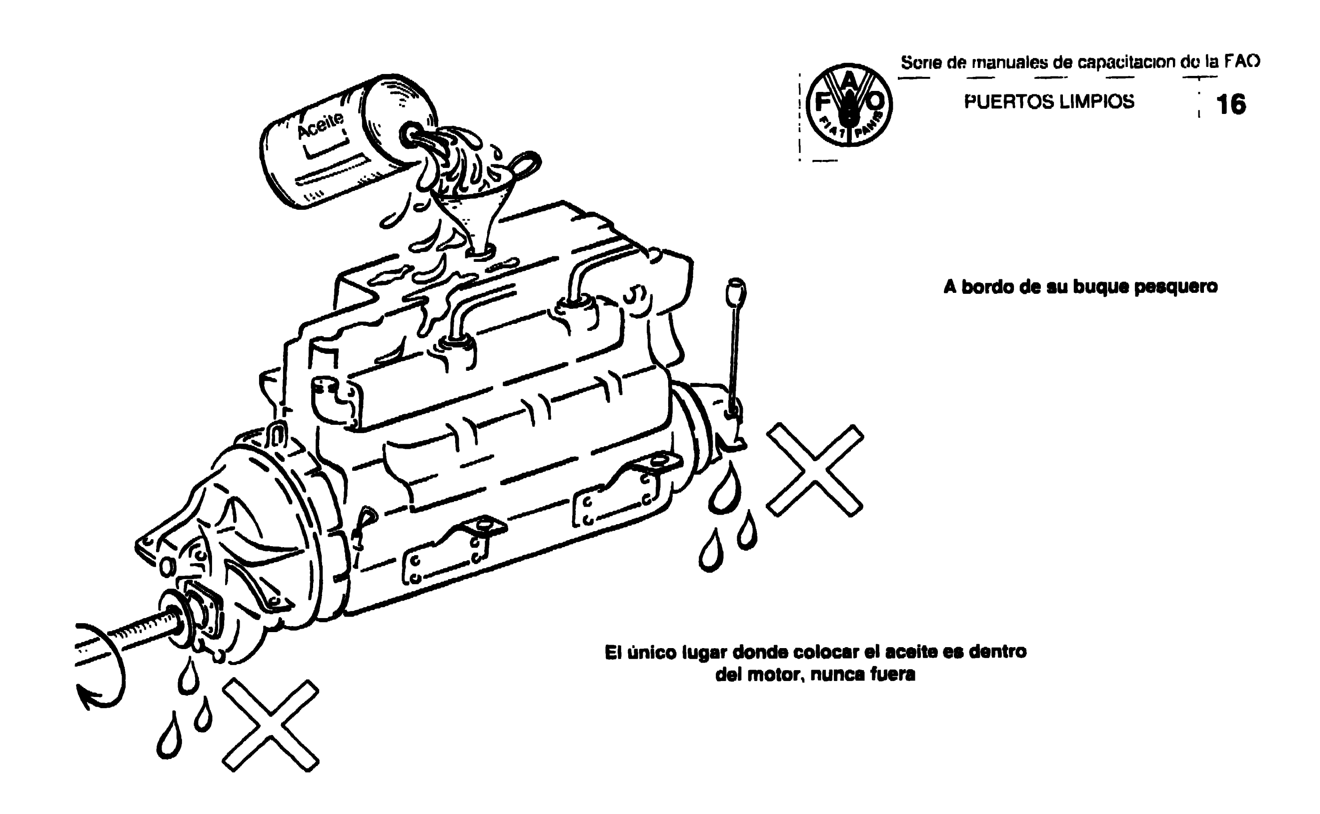
El dibujo Nº 13 explica la importancia de engrasar las piezas móviles en lugar de utilizar aceite.



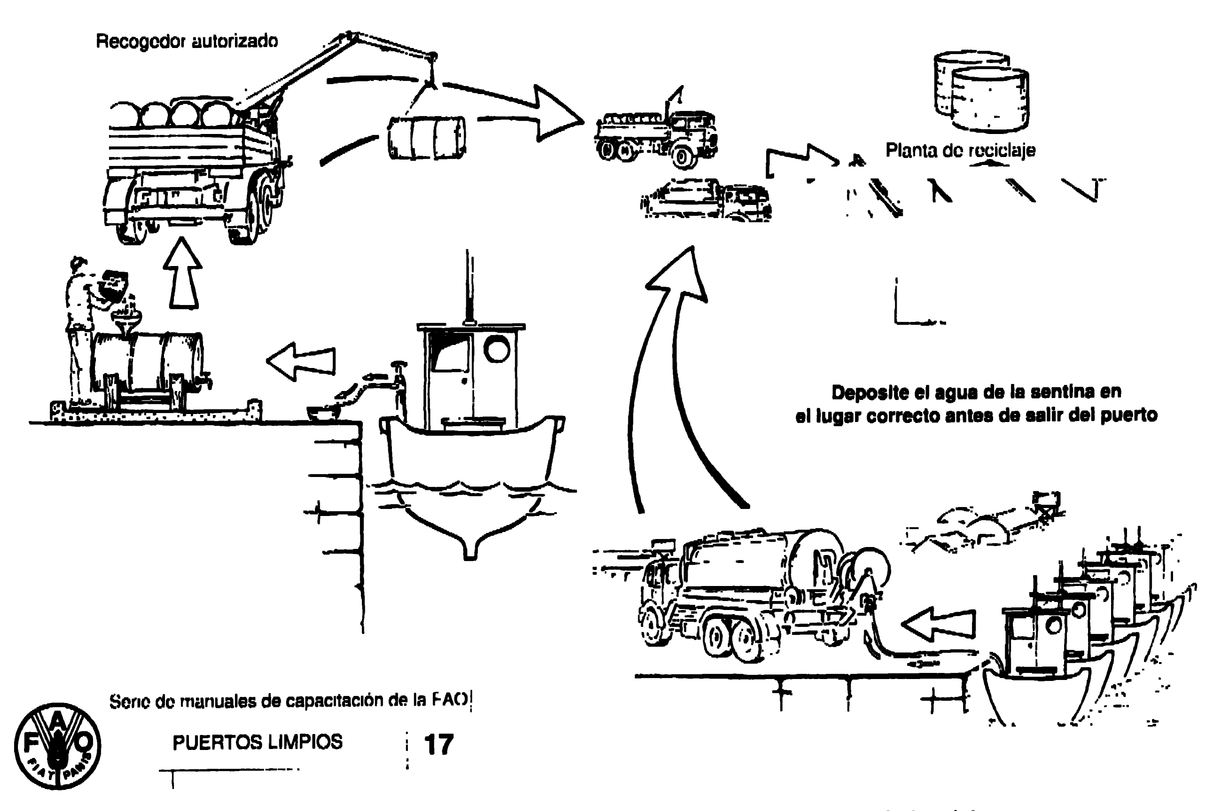
El dibujo Nº 14 muestra el método correcto de desechar el aceite. El contenedor que se muestre debe parecerse al que se usa en realidad.



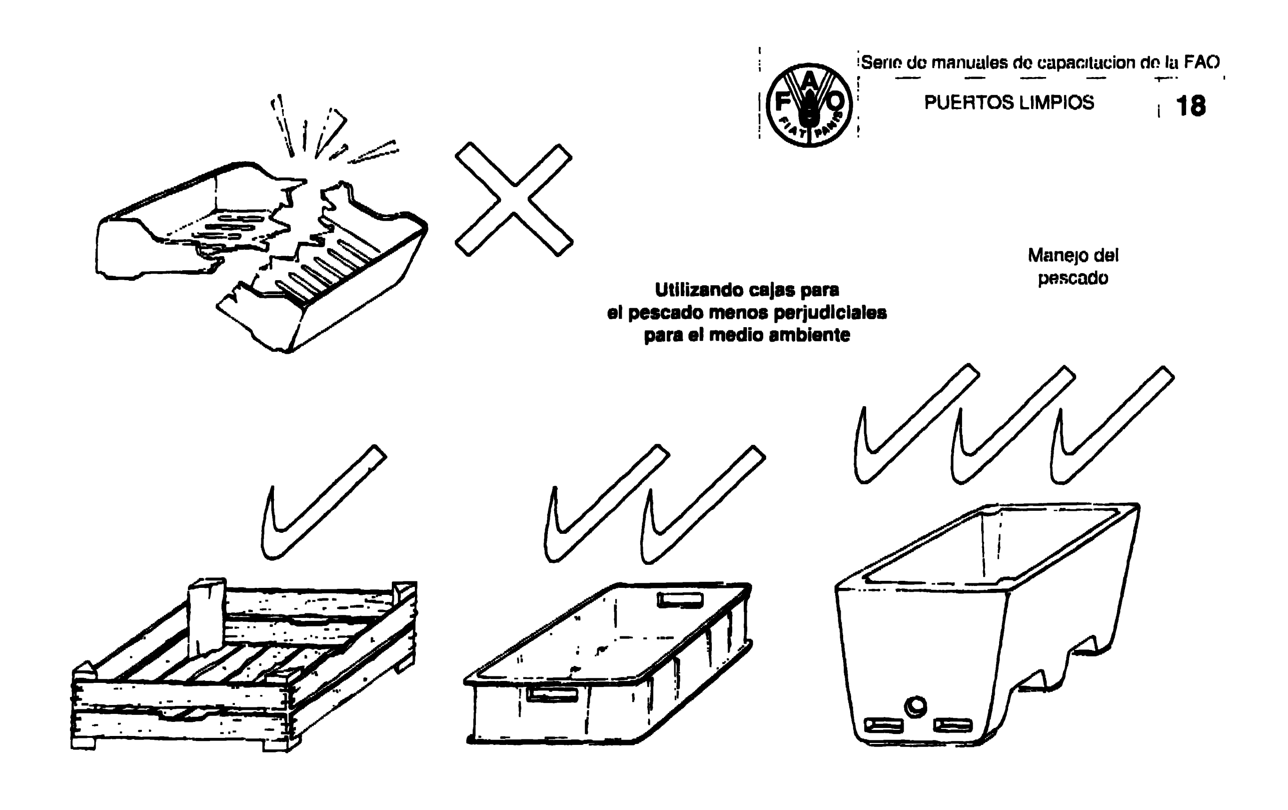
El dibujo Nº 15 explica el efecto del aceite en el calafateado de una embarcación.



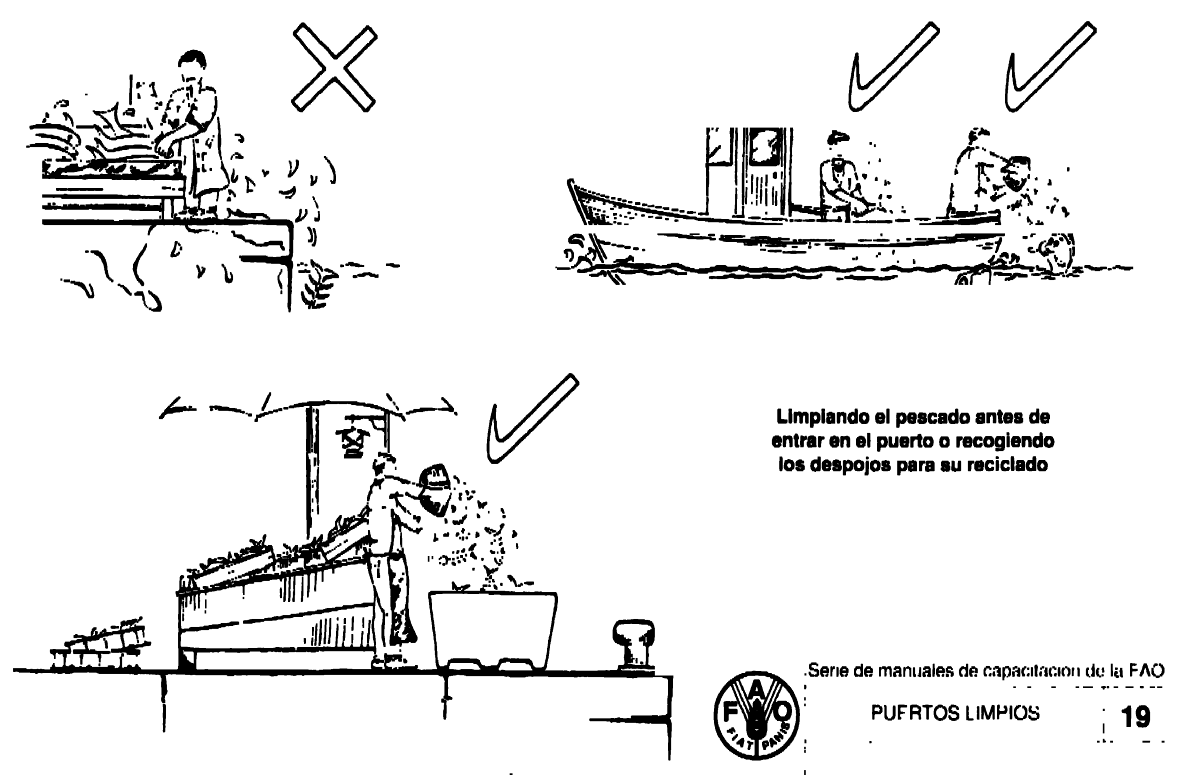
El dibujo Nº 16 recalca la necesidad de un mantenimiento correcto de los motores (juntas de aceite) y de evitar el derrame de aceite. Si los motores fuera-borda fueran muy populares en un determinado país, se deberá añadir un motor fuera-borda a este dibujo.



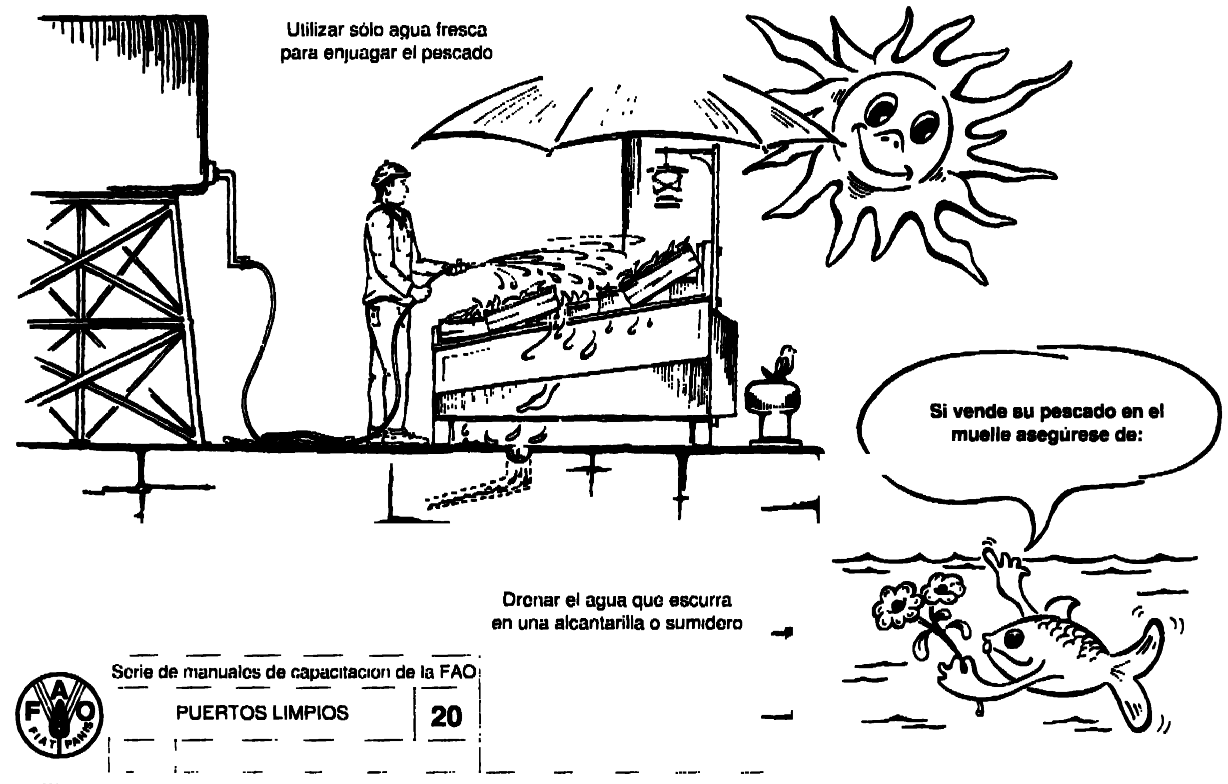
El dibujo Nº 17 muestra la recogida y tratamiento de agua de la sentina a nivel artesanal e industrial.



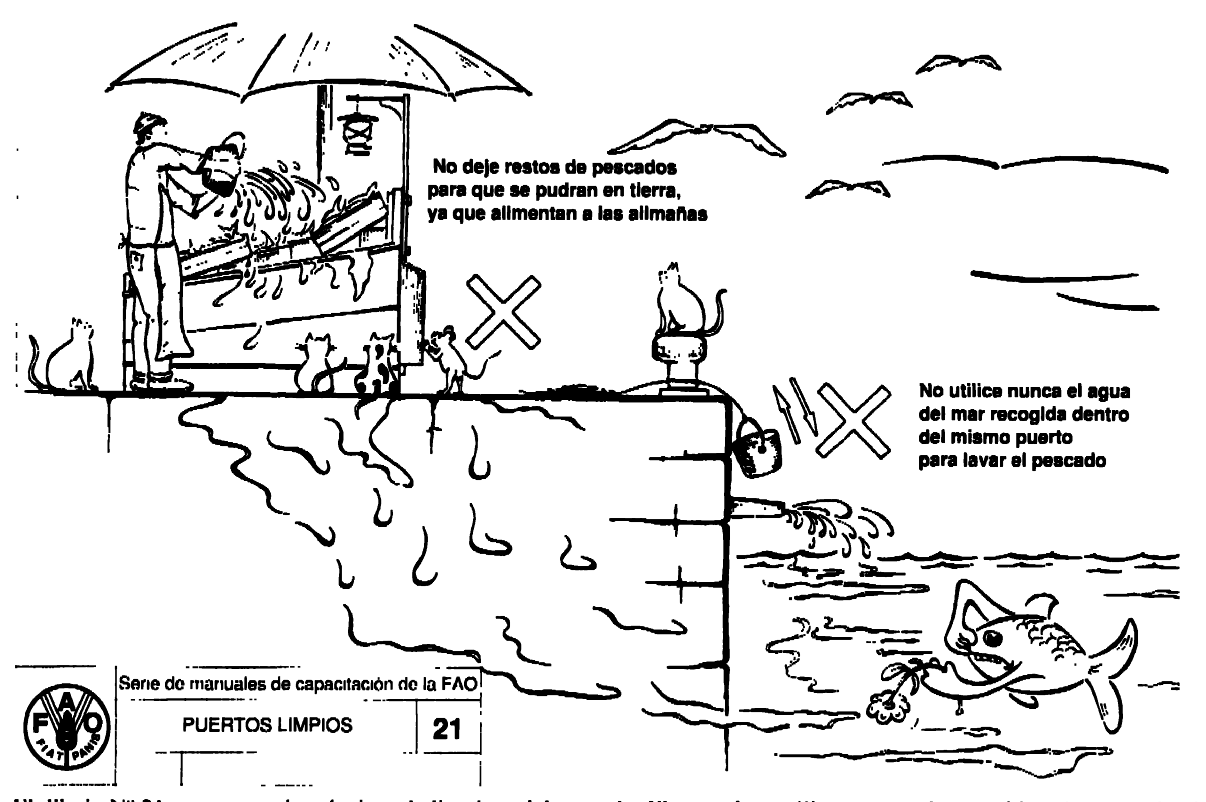
El dibujo N° 18 ofrece sugerencias para la adopción de un método de almacenar el pescado menos perjudicial para el medio ambiente. Las cajas fabricadas de espuma y de madera acumulan bacterias y no son apropiadas para un uso continuo. Sin embargo, las cajas de madera se fabrican localmente y se podrán utilizar como combustible cuando se rompan.



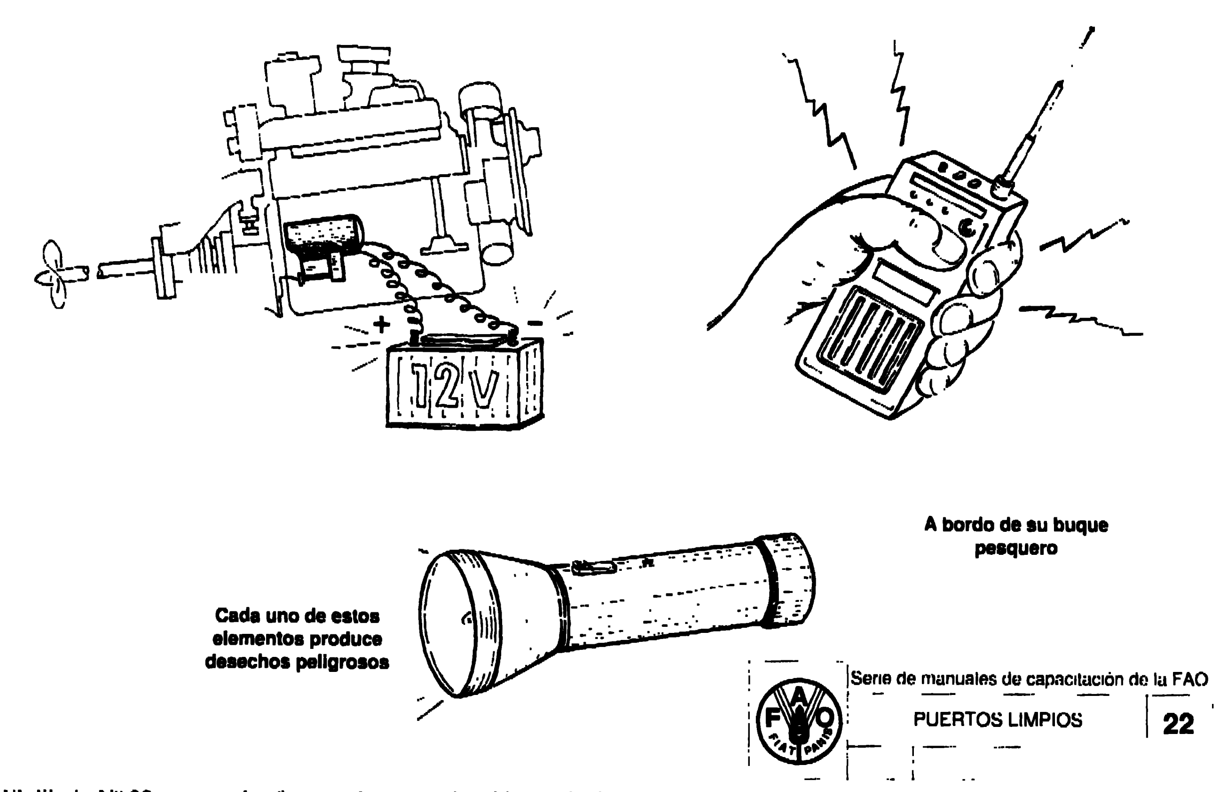
El dibujo Nº 19 muestra cómo minimizar los problemas asociados con los despojos de pescado.



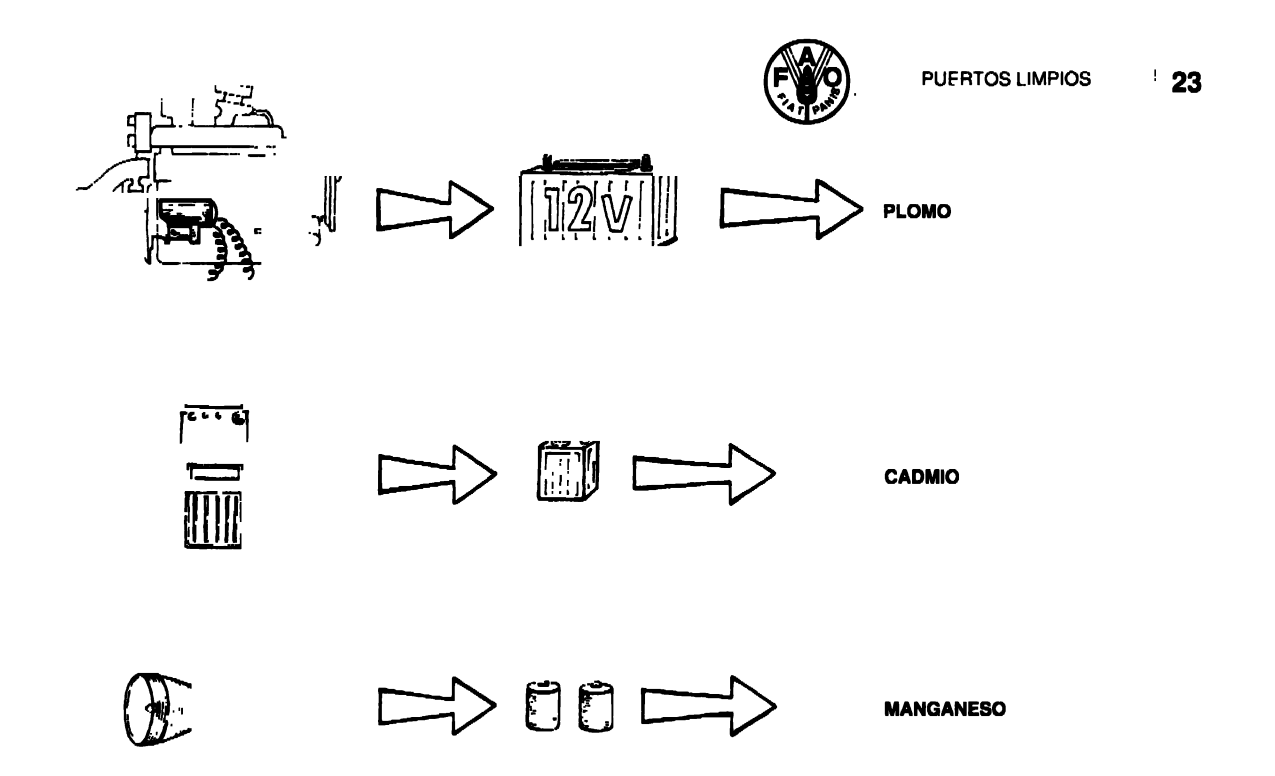
El dibujo Nº 20 explica la importancia de utilizar agua fresca para enjuagar el pescado. Tome nota también de que el agua que escurre y que contenga sangre se drena a un sumidero, no directamente en el puerto.



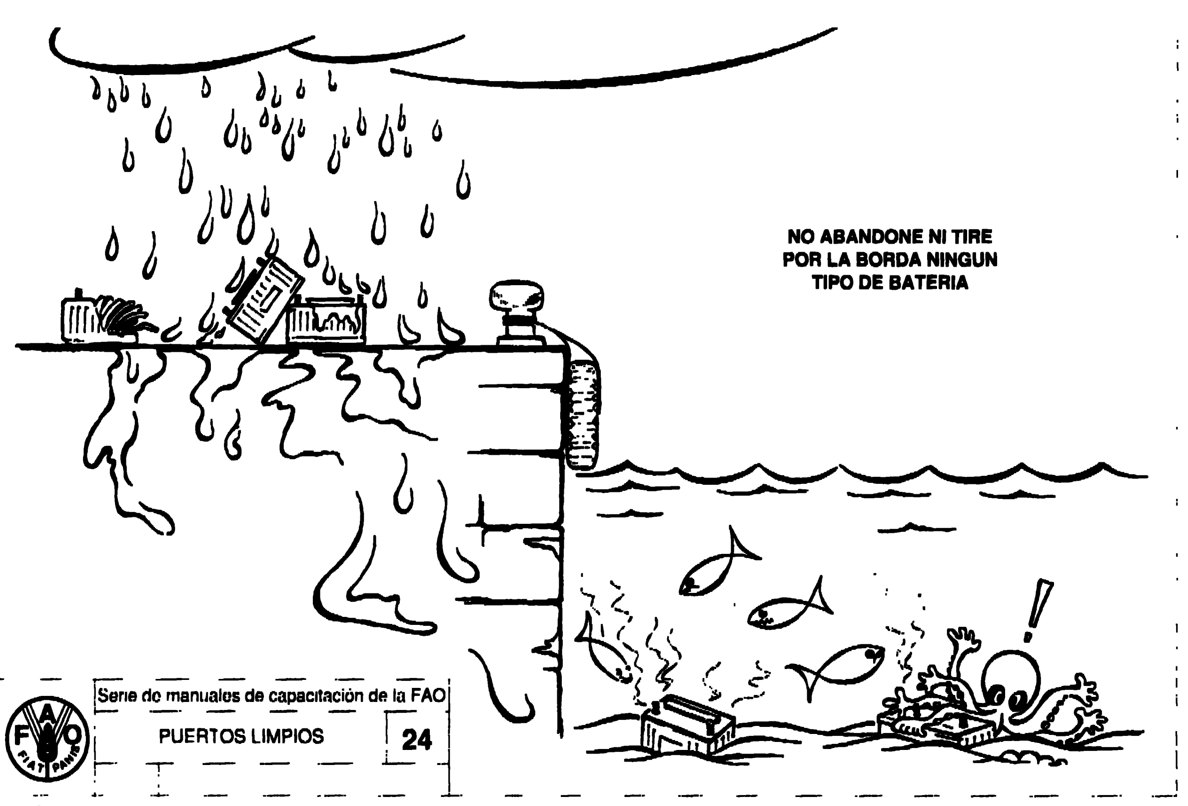
El dibujo Nº 21 muestra malas técnicas de limpieza del pescado. El pescadero utiliza agua sucia recogida del puerto, donde podría haber aguas residuales sin tratar, y está tirando restos de pescado que atraen alimañas y pueden provocar enfermedades. Observe la falta de un sumidero.



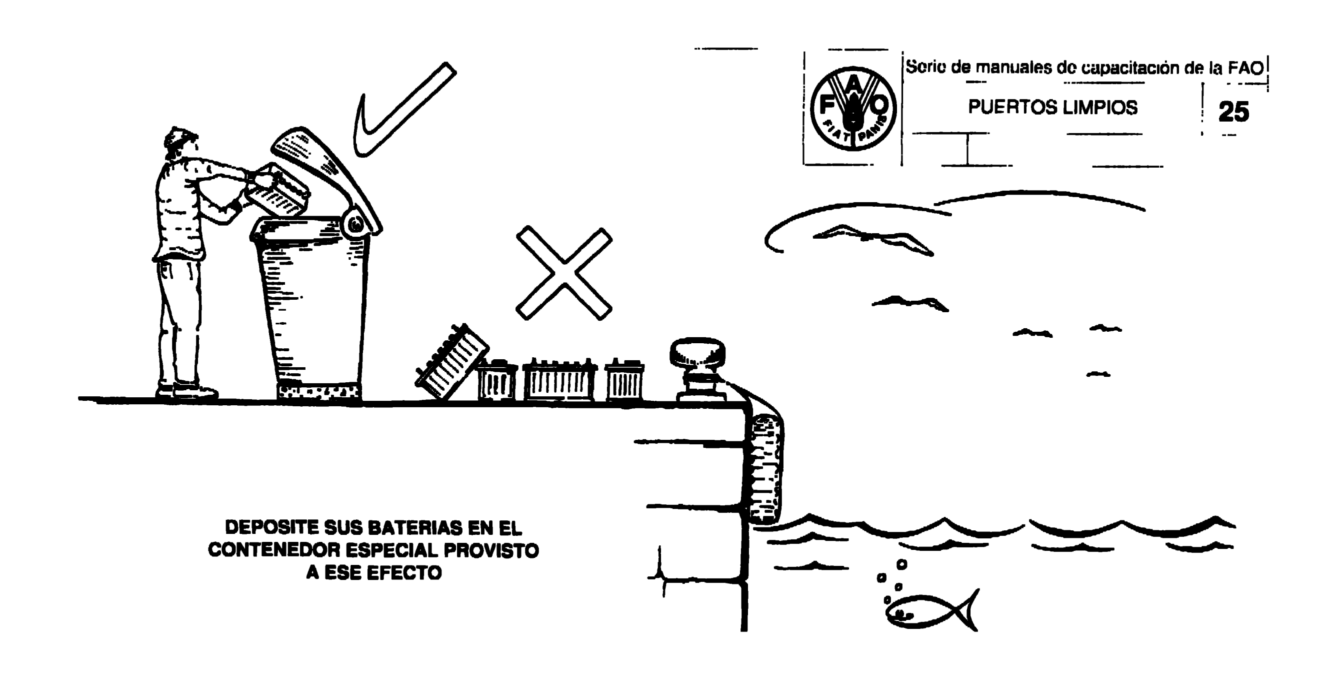
El dibujo N° 22 muestra las fuentes de contaminación producida por metales pesados altamente tóxicos.



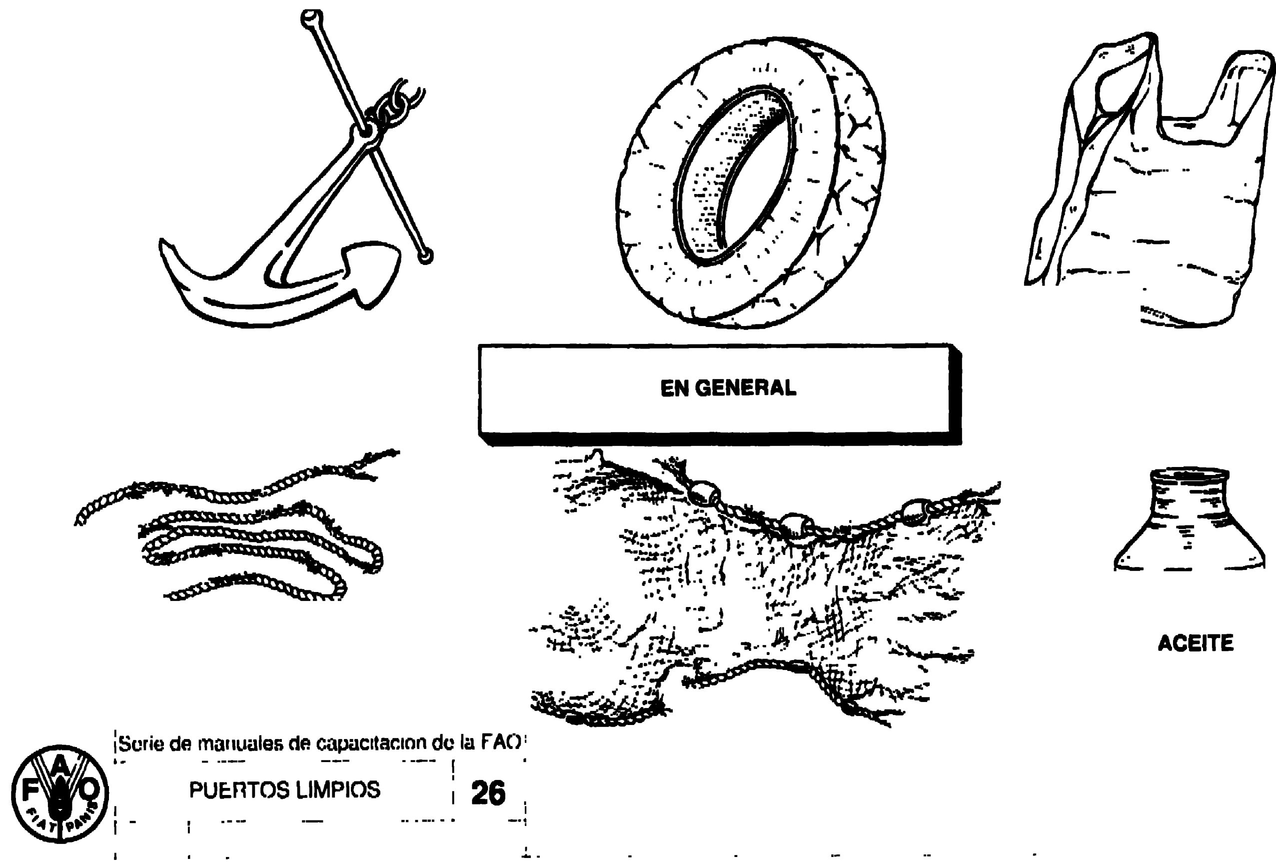
El dibujo Nº 23 muestra las sustancias tóxicas contenidas en los elementos del dibujo Nº 22. Aunque el polvo de relleno de manganeso no está considerado como tóxico, siempre contiene restos de mercurio, que es altamente tóxico.



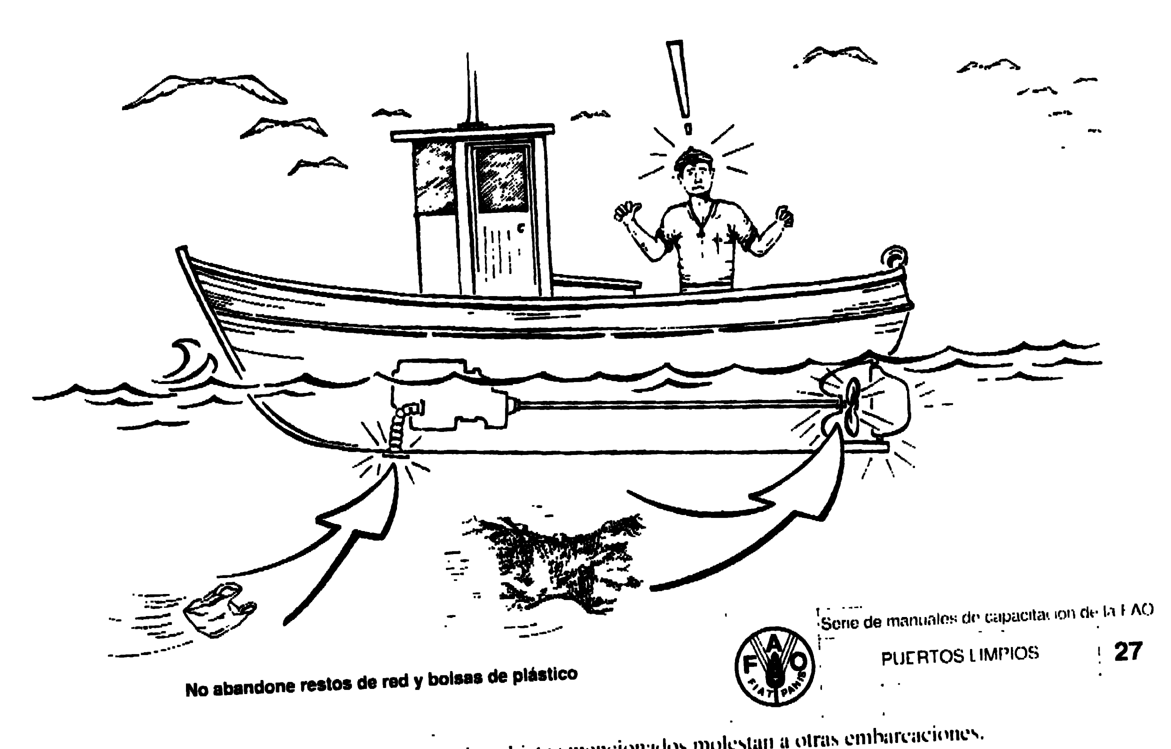
El dibujo Nº 24 muestra en qué forma las baterías se rompen y liberan plomo tóxico en el entorno.



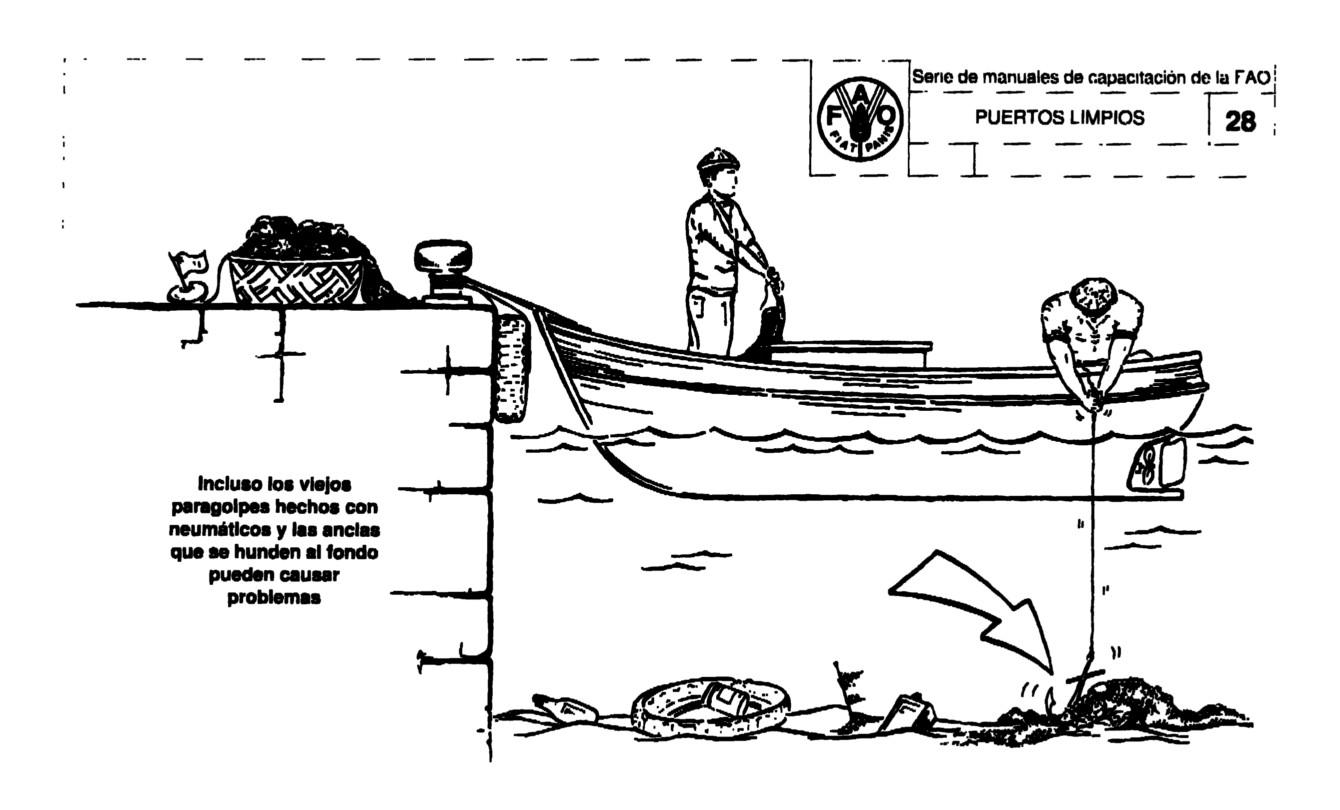
El dibujo Nº 25 muestra el método propuesto de recogida. El tamaño y forma de los contenedores deberán ajustarse a las condiciones del mercado local.



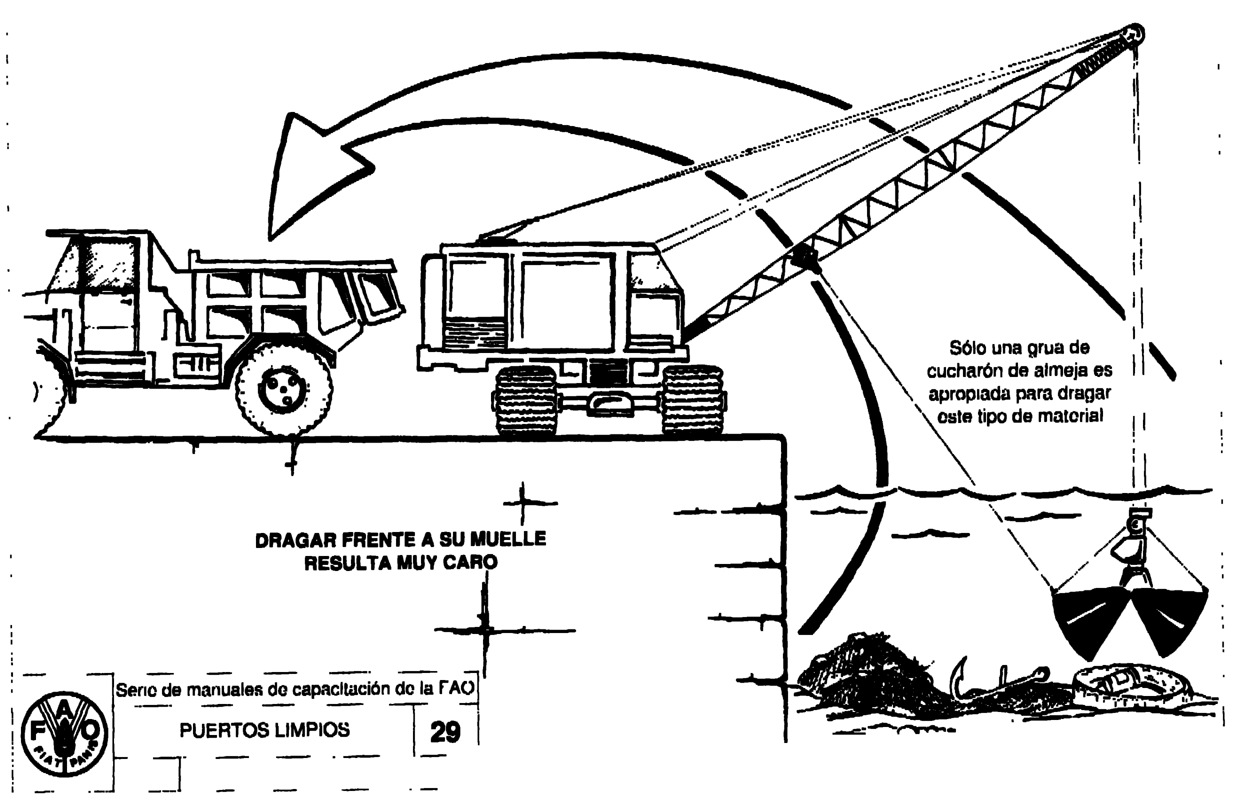
El dibujo Nº 26 relaciona algunos de los elementos que algunas veces se «pierden» sobre la borda.



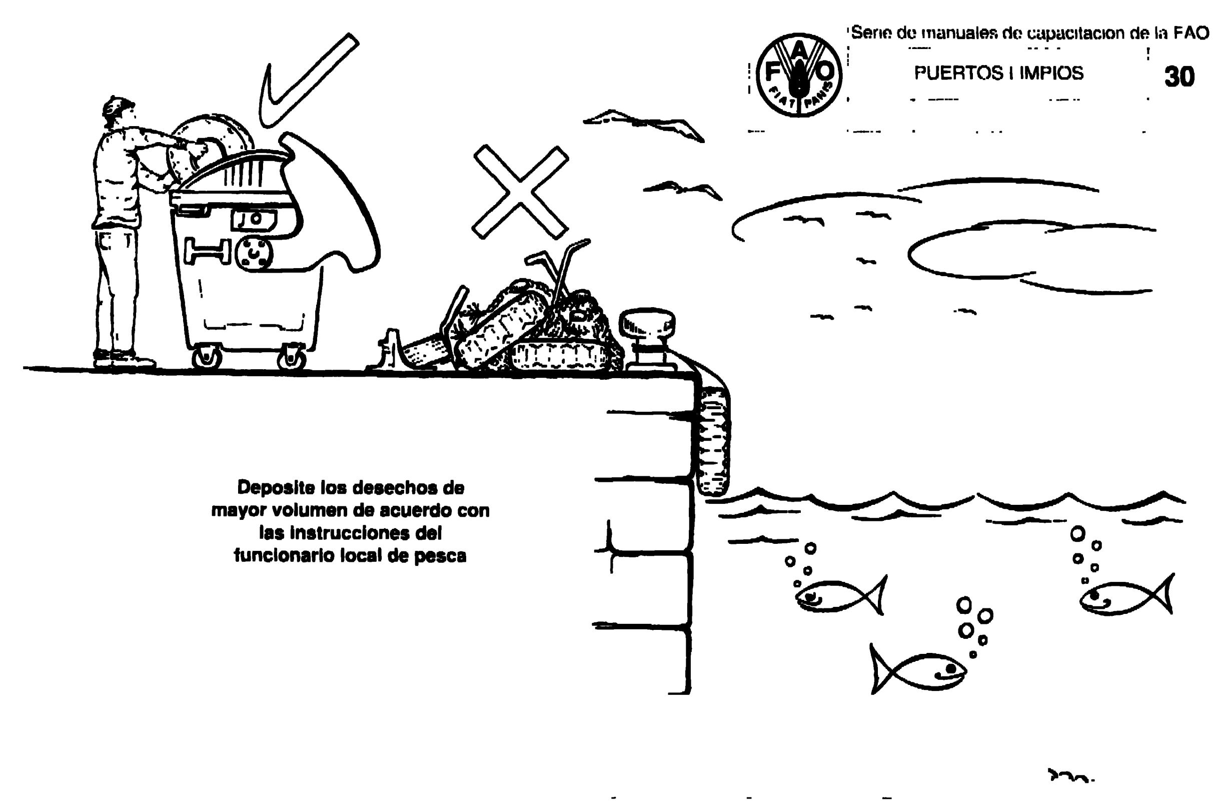
El dibujo Nº 27 muestra estos dos casos en que los objetos mencionados molestan a otras embarcaciones.



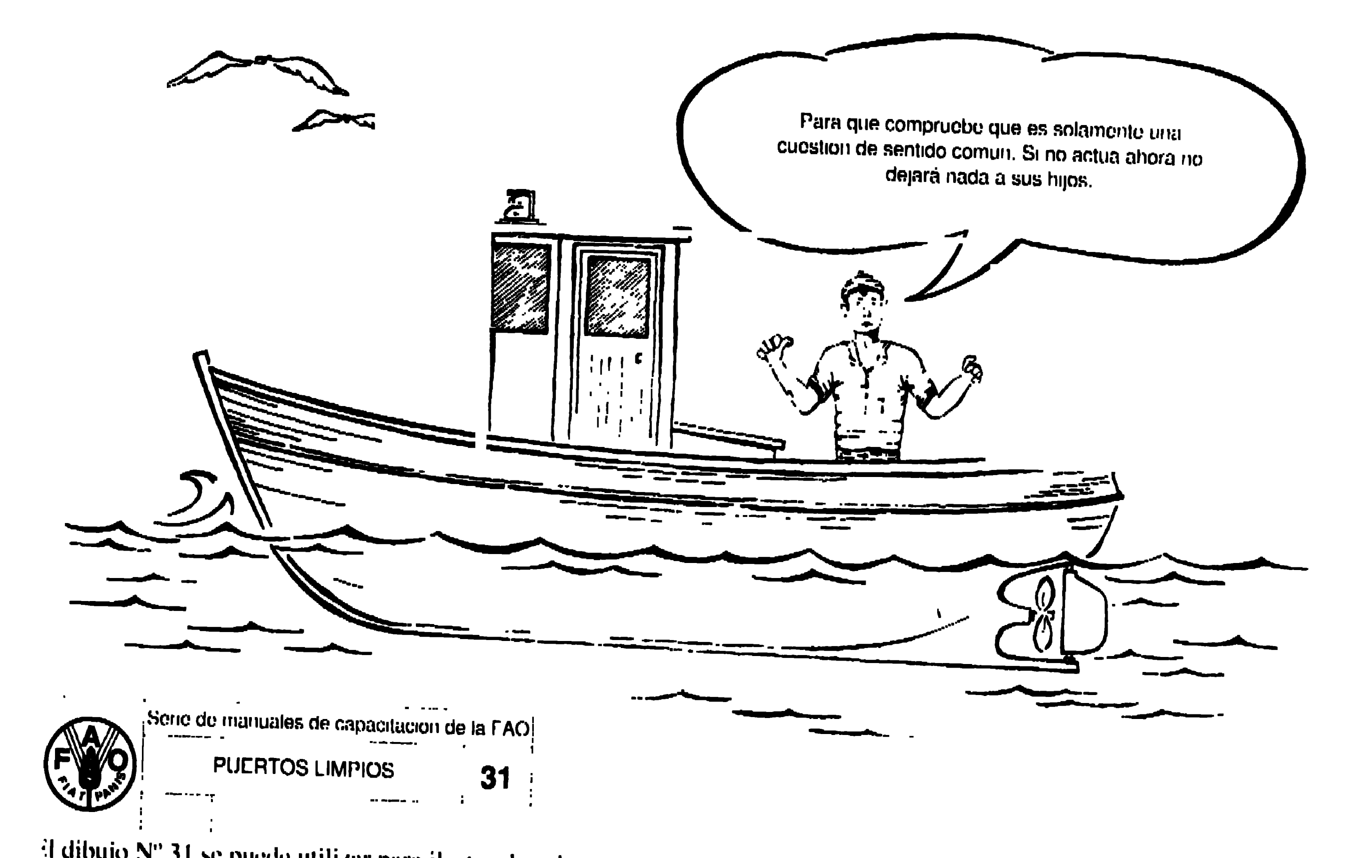
El dibujo Nº 28 muestra otra forma de molestia.



El dibujo Nº 29 centra la atención en el coste de recoger la basura.



El dibujo Nº 30 muestra el método correcto de desecho. El contenedor deberá parecerse al que se utilice normalmente.



El dibujo Nº 31 se puede utilizar para ilustrar las observaciones con las que el comentador resume su exposición.

REFERENCIAS

A continuación figura una lista de publicaciones relativas a la protección del entorno marino editadas por la Organización Marítima Internacional, Sección de Publicaciones, 4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR, Reino Unido.

Estas publicaciones proporcionan a los gobiernos, y particularmente a los de los países en desarrollo, un resumen de las normas prácticas que han de aplicarse para combatir la contaminación del mar.

Directrices sobre el establecimiento de instalaciones de recepción adecuadas en los puertos
Parte I (Desechos de hidrocarburos), Parte II (Residuos y mezclas que contienen sustancias nocivas líquidas), Parte III (Aguas sucias), Parte IV (Basuras).
Edición inglesa 580 77.02.E, 1976;
Edición inglesa 582 86.09.E, 1986;
Edición francesa 585 78.12.F, 1978.

Manual sobre la contaminación ocasionada por hidrocarburos
Parte I (Prevención), Parte II (Planificación de contingencias), Parte III (Salvamento), Parte IV (Lucha contra los derrames de hidrocarburos).
Edición española 559 83.01.S, 1983;
Edición española 562 88.02.S, 1988;
Edición española 568 83.03.S, 1983;
Edición española 571 88.11.S, 1988.

Directrices OMI/PNUMA sobre la aplicación de los dispersantes de derrames de hidrocarburos y consideraciones ambientales
Edición española 577 82.18.S, 1982.

MARPOL 73/78, edición refundida de 1991.

Separadores de agua e hidrocarburos y equipo de monitorización
Edición española 610 87.10.S, 1987.



• **ANGOLA**
Empresa Nacional do Disco e de Publicações, ENDIPU-U.E.E.
[illegible]

• **ARGENTINA**
Librería Agropecuaria
[illegible]
Buenos Aires
Oficina del Libro Internacional
[illegible]
Buenos Aires

• **AUSTRALIA**
Hunter Publications
[illegible]

• **AUSTRIA**
Gerold Buch & Co
[illegible]

• **BANGLADESH**
Association of Development Agencies in Bangladesh
[illegible]

• **BELGIQUE**
M.J. De Lannoy
[illegible]

• **BOLIVIA**
Los Amigos del Libro
[illegible]

• **BOTSWANA**
Botsalo Books (Pty) Ltd
[illegible]

• **BRAZIL**
Fundação Getulio Vargas
[illegible]
Nucleo Editora da Universidade Federal Fluminense
[illegible]
Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
[illegible]
Book Master Livraria
[illegible]

• **CANADA**
Le Diffuseur Gilles Vermette Inc
[illegible]
UNIPUB
[illegible]

• **CHILE**
Librería - Oficina Regional FAO
[illegible]
Universitaria Textolibros Ltda.
[illegible]
Santiago

• **COLOMBIA**
Banco Ganadero
Revista Carta Ganadera
[illegible]
Bogotá D.E.

• **CONGO**
Office national des librairies populaires
[illegible]

• **COSTA RICA**
Librería Lehmann S.A.
[illegible]

• **CÔTE D'IVOIRE**
CEDA
[illegible]
Abidjan 04

• **CUBA**
Ediciones Cubanas, Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones
[illegible]

• **CZECH REPUBLIC**
Artia Pegas Press Ltd
Import of Periodicals
[illegible]

• **DENMARK**
Munksgaard, Book and Subscription Service
[illegible]

• **DOMINICAN REPUBLIC**
CUESTA - Centro del libro
[illegible]
Oficina de la Escuela Agrícola Panamericana en Tegucigalpa
[illegible]

• **ECUADOR**
Libri Mundi, Librería Internacional
[illegible]

• **EGYPT**
The Middle East Observer
[illegible]

• **ESPAÑA**
Mundi Prensa Libros S.A.
[illegible]
Librería Agrícola
[illegible]
28004 Madrid
Librería Internacional AEDOS
[illegible]
Llibreria de la Generalitat de Catalunya
[illegible]

• **FINLAND**
Akateeminen Kirjakauppa
[illegible]

• **FRANCE**
Lavoisier
[illegible]
Editions A. Pedone
[illegible]
Librairie du Commerce International
[illegible]

• **GERMANY**
Alexander Horn Internationale Buchhandlung
[illegible]
Uno Verlag
[illegible]
S. Toeche-Mittler GmbH
[illegible]

• **GHANA**
SEDCO Publishing Ltd
[illegible]

• **GUYANA**
Guyana National Trading Corporation Ltd
[illegible]

• **HAITI**
Librairie « A la Caravelle »
[illegible]

• **HONDURAS**
Escuela Agrícola Panamericana
Librería RTAC
[illegible]

• **HUNGARY**
Librotrade Kft
[illegible]

• **INDIA**
EWP Affiliated East West Press PVT Ltd
[illegible]
Oxford Book and Stationery Co
[illegible]
Oxford Subscription Agency Institute for Development Education
[illegible]
Periodical Expert Book Agency
[illegible]

• **IRAN**
The FAO Bureau, International and Regional Specialized Organizations Affairs
[illegible]

• **IRELAND**
Publications Section Government Stationery Office
[illegible]

• **ISRAEL**
R.O.Y. International
[illegible]

• **ITALY**
Libreria Scientifica Dott. Lucio de Biasio "Aeiou"
[illegible]
Libreria Concessionaria Sansoni S.p.A. "Licosa"
[illegible]

WHERE TO PURCHASE FAO PUBLICATIONS LOCALLY
POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA FAO
PUNTOS DE VENTA DE PUBLICACIONES DE LA FAO

FAO Bookshop
[illegible]

• **JAPAN**
Far Eastern Booksellers (Kyokuto Shoten Ltd)
[illegible]
Maruzen Company Ltd
[illegible]

• **KENYA**
Text Book Centre Ltd
[illegible]

• **LUXEMBOURG**
M.J. De Lannoy
[illegible]

• **MALAYSIA**
Electronic products only
Southbound
[illegible]

• **MALI**
Librairie Traore
[illegible]

• **MAROC**
La Librairie Internationale
[illegible]

• **MEXICO**
Librería, Universidad Autónoma de Chapingo
[illegible]
Libros y Editoriales S.A.
[illegible]

• **NETHERLANDS**
Roodveldt Import b.v.
[illegible]

• **NEW ZEALAND**
Legislation Services
[illegible]

• **NICARAGUA**
Librería HISPAMER
[illegible]

• **NIGERIA**
University Bookshop (Nigeria) Ltd
[illegible]

• **NORWAY**
Narvesen Info Center
[illegible]

• **PAKISTAN**
Mirza Book Agency
[illegible]

• **PARAGUAY**
Librería INTERCONTINENTAL
[illegible]

• **PERU**
INDEAR
[illegible]

• **PHILIPPINES**
International Booksource Center (Phils)
[illegible]

• **POLAND**
Ars Polona
[illegible]

• **PORTUGAL**
Livraria Portugal, Dias e Andrade Ltda.
[illegible]

• **SINGAPORE**
Select Books Pte Ltd
[illegible]

• **SOMALIA**
Samater's
[illegible]

• **SOUTH AFRICA**
David Philip Publishers (Pty) Ltd
[illegible]

• **SRI LANKA**
M.D. Gunasena & Co. Ltd
[illegible]

• **SUISSE**
Buchhandlung und Antiquariat Heinimann & Co
[illegible]
UN Bookshop
[illegible]
Van Diermen Editions Techniques ADECO
[illegible]

• **SURINAME**
Vaco n.v. in Suriname
[illegible]

• **SWEDEN**
Books and documents
C.E. Fritzes
[illegible]
Subscriptions
Vennergren-Williams AB
[illegible]

• **THAILAND**
Suksapan Panit
[illegible]

• **TOGO**
Librairie du Bon Pasteur
[illegible]

• **TUNISIE**
Société tunisienne de diffusion
[illegible]

• **TURKEY**
Kultur Yayinlari is - Turk Ltd Sti
[illegible]

• **UNITED KINGDOM**
HMSO Publications Centre
[illegible]
and through HMSO Bookshops
Electronic products only
Microinfo Ltd
[illegible]

• **URUGUAY**
Librería Agropecuaria S.R.L.
[illegible]

• **USA**
Publications
UNIPUB
[illegible]
Periodicals
Ebsco Subscription Services
[illegible]
The Faxon Company Inc.
[illegible]

• **VENEZUELA**
Tecni-Ciencia Libros S.A.
[illegible]
Tamanaco Libros Técnicos S.R.L.
[illegible]
Tecni-Ciencia Libros, S.A.
[illegible]
Fudeco, Librería
[illegible]
Fundación La Era Agrícola
[illegible]
Librería FAGRO
[illegible]

• **ZIMBABWE**
Grassroots Books
[illegible]

Other countries / Autres pays / Otros países
[illegible]

11/66